

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ  
РЕСПУБЛИКАНСКОЕ УНИТАРНОЕ ПРЕДПРИЯТИЕ  
«НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКИЙ ЦЕНТР ГИГИЕНЫ»

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»**

19–20 ноября 2020 года, г. Минск

Минск  
РУП «Издательский центр БГУ»  
2021

УДК [613/614+504.064.2] (476) (082)  
ББК 51.1я43  
С23

Рекомендовано  
ученым советом республиканского унитарного предприятия  
«Научно-практический центр гигиены»  
(протокол № 6 от 25 мая 2021 г.)

Главный редактор – кандидат медицинских наук, доцент С.И. Сычик  
Заместитель главного редактора – доктор биологических наук, доцент Н.В. Дудчик  
Ответственный редактор – кандидат медицинских наук С.Л. Итпаева-Людчик  
Редактор – Н.А. Ивко  
Технический редактор – Т.И. Вершило

Редакционная коллегия:

С.И. Сычик, к. м. н., доцент; Н.В. Дудчик, д. б. н., доцент; С.Л. Итпаева-Людчик, к. м. н.;  
Г.Е. Косяченко, д. м. н., доцент; А.Н. Стожаров, д. б. н., профессор; В.В. Шевляков, д. м. н., профессор;  
Н.В. Бобок, к. м. н., доцент; Р.В. Богданов, к. м. н.; А.М. Бондарук, к. м. н.; Н.В. Буневич, к. хим. н.;  
Е.О. Гузик, к. м. н., доцент; В.М. Василькевич, к. м. н.; Е.В. Дроздова, к. м. н., доцент; О.М. Жукова,  
к. техн. н., доцент; В.А. Зайцев, к. м. н., доцент; А.В. Зеленко, к. м. н.; Н.А. Ивко, к. б. н.;  
Л.С. Ивашкевич, к. техн. н.; И.И. Ильюкова, к. м. н.; А.А. Кузовкова, к. б. н.; Е.В. Николаенко, к. м. н.;  
С.Ю. Петрова, к. м. н.; Е.И. Полянских, к. хим. н.; Т.Н. Пронина, к. м. н.; И.А. Просвирякова, к. м. н.;  
Н.Н. Табелева, к. м. н.; Е.В. Федоренко, к. м. н., доцент; Н.В. Цемборевич, к. м. н.; В.Г. Цыганков,  
к. м. н., доцент

**Сборник** материалов международной научно-практической конференции «Здоровье  
и окружающая среда» (19–20 ноября 2020 г., Минск) / М-во здравоохранения Респ. Беларусь; Науч.-  
практ. центр гигиены; редкол.: С.И. Сычик (гл. ред.). — Минск : Изд. центр БГУ, 2021. — 515 с.  
ISBN 978-985-553-711-4.

В сборнике освещены актуальные проблемы профилактической медицины, в том числе по гигиенической оценке воздействия факторов среды обитания человека и анализу рисков здоровью, радиационной безопасности, медицине труда и профессиональной патологии, гигиене детей и подростков, профилактической, экологической и промышленной токсикологии, мониторингу факторов среды обитания человека и методам аналитического лабораторного контроля, а также вопросы теории и практики государственного санитарного надзора.

Издание рассчитано на врачей-гигиенистов, врачей-токсикологов, врачей-профпатологов, научных сотрудников учреждений медико-биологического профиля, профессорско-преподавательский состав, аспирантов, докторантов, студентов высших учебных заведений и учреждений последипломного образования взрослых и других специалистов.

УДК [613/614+504.064.2] (476) (082)  
ББК 51.1я43

ISBN 978-985-553-711-4

© Составление. Республиканское унитарное предприятие  
«Научно-практический центр гигиены», 2021  
© Оформление. РУП «Издательский центр БГУ», 2021

## Раздел 1

# ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И АНАЛИЗ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ. СТАТЬИ

### КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К ФОРМИРОВАНИЮ БЛАГОПРИЯТНОЙ АКУСТИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ ГОРОДСКИХ ТЕРРИТОРИЙ, ОБУСЛОВЛЕННОЙ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТРАНСПОРТА

*Арбузов И. В., vanyk@tut.by,  
Соловьева И. В., к. т. н., sivbel@mail.ru,  
Баслык А. Ю., baslykalexey@gmail.com,  
Кравцов А. В., sasha.kravtsov.87@mail.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Шумовое загрязнение окружающей среды является существенным фактором риска для здоровья населения. Учеными многих стран ведутся научные исследования с целью выявления влияния шума на здоровье человека. Результаты подобных исследований показывают, что шум является общебиологическим раздражителем, оказывающим влияние в первую очередь на центральную нервную и сердечно-сосудистую системы, а при более высокой интенсивности шумового воздействия — на слуховой анализатор. Установлено, что в основе генеза изменений, вызываемых шумом, лежит сложный механизм нервно-рефлекторных и нейрогуморальных сдвигов. Нарушение слуха возникает обычно значительно позже появления первых аудиологических признаков поражения слухового анализатора [1–3].

Исследования акустической обстановки среды обитания человека свидетельствуют, что уровни шума в жилых помещениях ниже того, который встречается на производстве и транспорте, но его воздействие на человека более длительное, иногда круглосуточное, включая часы отдыха и период сна [1–3]. Одним из самых негативных последствий шума является нарушение сна, что ведет к поражению прежде всего центральной нервной системы и клеток коры головного мозга. Всемирной организацией здравоохранения установлена взаимосвязь между воздействием ночного шума и нарушениями здоровья. Так, при уровне наружного шума до 30 дБА не отмечается нарушений сна и не наблюдаются существенные биологические эффекты. При уровнях шума от 30 до 40 дБА отмечаются различные изменения сна, проявляющиеся увеличением беспокойных движений во время сна, изменением продолжительности различных стадий и структуры сна, периодическими пробуждениями. Уровень наружного шума 40 дБА считается максимально допустимой дозой ночного шума, способной вызвать стойкие изменения состояния здоровья человека. При воздействии шума 50–60 дБА во время сна человек, не просыпаясь, проявляет те же вегетативные реакции, что и в бодрствующем состоянии при шуме 90–100 дБА, т. е. во время сна шум оказывает более неблагоприятное влияние на организм человека [1].

Основными источниками внешнего шума на территории жилой застройки городов являются транспортные магистрали [3, 4]. По данным собственных исследований, на улицах городского значения при интенсивном движении всех видов транспорта эквивалентные уровни звука в дневное время могут достигать на улицах городов республики 66–78 дБА. По результатам исследований состояния здоровья населения, проживающего в шумных районах, отмечается тесная корреляция между интенсивностью шума и заболеваемостью. Резкий подъем заболеваемости отмечается при увеличении шума с 65 до 75 дБА, обращаемость за медицинской помощью при этом увеличивается с 3,6 до 15 [1]. Для оптимизации градостроительных решений и обеспечения благоприятной акустической обстановки в условиях проживания населения от воздействия транспорта на улицах городского значения требуется обеспечить снижение уровней шума от 10 до 20–25 дБА.

**Цель:** структурировать данные о вариантах шумозащитных мероприятий, их эффективности и возможности комплексного их применения в зависимости от требуемого снижения шума от автотранспортных магистралей для обеспечения благоприятных условий проживания населения.

Шум от автотранспортных потоков распространяется и снижается от транспортной магистрали до жилых помещений в соответствии с законами физики. Снижение вызвано множеством факторов, к которым относятся расстояние, ограничение угла видимости источника, поглощение шума покрытием, воздухом, зелеными насаждениями и другими преградами, расположенными на пути распространения шума. В общем виде это снижение шума при распространении его от источника до расчетной точки в помещении здания выглядит следующим образом [5]:

$$L_{A \text{ экв}} = L_{A \text{ экв ИСТ}} - \Delta L_{A \text{ РАС}} - \Delta L_{A \text{ ВИД}} - \Delta L_{A \text{ ПОК}} - \Delta L_{A \text{ ВОЗ}} - \Delta L_{A \text{ ЗЕЛ}} - \Delta L_{A \text{ ЭКР}} - \Delta L_{A \text{ ОГР}} \quad (1)$$

где  $L_{A \text{ экв ИСТ}}$  — шумовая характеристика источника шума — эквивалентный уровень звука в 7,5 м от оси первой полосы движения автотранспортной магистрали, дБА;

$\Delta L_{A \text{ РАС}}$  — снижение уровня звука в зависимости от расстояния, дБА;

$\Delta L_{A \text{ ВИД}}$  — снижение уровня звука в зависимости от ограничения угла видимости улицы или дороги из расчетной точки, дБА;

$\Delta L_{A \text{ ПОК}}$  — снижение уровня звука в зависимости от наличия акустически мягкого покрытия, дБА;

$\Delta L_{A \text{ ВОЗ}}$  — снижение уровня звука вследствие затухания звука в воздухе, дБА;

$\Delta L_{A \text{ ЗЕЛ}}$  — снижение уровня звука в зависимости от наличия зеленых насаждений, дБА;

$\Delta L_{A \text{ ЭКР}}$  — снижение уровня звука экраном, дБА;

$\Delta L_{A \text{ ОГР}}$  — снижение уровня звука ограждающей конструкцией, дБА.

Очевидно, что чем более существенным будет каждый из элементов, ослабляющих шум от источника до изучаемого помещения, тем меньше уровень звука будет в рассматриваемом помещении. Рассмотрим возможности, с помощью которых можно повлиять на составляющие формулы (1).

Основными факторами, характеризующими транспортные магистрали как источник шума и влияющими на уровень шума, являются: интенсивность движения транспортного потока, скорость транспортного потока, состав транспортного потока (грузовой и мотоциклетный транспорт создает большее шумовое воздействие), тип двигателя автотранспорта, тип и качество дорожного покрытия. Неисправное дорожное покрытие любого типа, имеющее выбоины, раскрытые швы и нестыковки поверхностей, а также ямы и проседания, способствует увеличению шумности.

Снижение шума в источнике его возникновения является одним из наиболее экономически эффективных способов борьбы с шумом. В последнее время значительно увеличился уровень автомобилизации городов, и темпы роста его сохраняются высокими. Поэтому актуальным остается вопрос о необходимости контроля и ужесточения требований к шумовым характеристикам и техническому состоянию транспортных средств, дорог и путей. Так, автомобиль с неисправным глушителем может издавать шум на 7–10 дБА выше, чем с исправным, а при движении автомобиля по дороге с трещинами и ямами уровень шума увеличивается на 3–6 дБА. Трамвай при движении по рельсовым стыкам генерирует шум и вибрацию на 10 дБ больше, чем на ровном пути. Наличие дефектов подвижного состава может также привести к увеличению шума и вибрации до 10 дБ. Поэтому одним из важнейших технических мероприятий по борьбе с шумом является своевременное техническое обслуживание и ремонт транспортных средств, дорог и путей. Кроме того, эффективными являются переход к транспорту на электрической тяге, снижение доли грузового автотранспорта в потоке, ограничение движения мотоциклов (вплоть до запрета движения по городским улицам определенных типов мототехники), применение современного прорезиненного дорожного покрытия, ограничение интенсивности транспортного потока (ограничение движения транспортных средств по определенным улицам и дням недели).

Затухание звука в зависимости от расстояния происходит по логарифмическому закону и может быть определено по формуле [5]:

$$\Delta L_{A \text{ РАС}} = 10 \lg r / r_0, \quad (2)$$

где  $r$  — кратчайшее расстояние (м) между расчетной точкой и условным акустическим центром потока автомобильного и железнодорожного транспорта, расположенным по оси, ближайшей к расчетной точке полосы (колеи) движения транспортных средств;

$r_0$  — для потоков автомобильного транспорта и трамваев составляет 7,5 м, для железнодорожного транспорта — 25 м.

Расчеты, проведенные по (2), показывают, что для обеспечения снижения уровня звука от автотранспортной магистрали на 10 дБА необходимо расстояние 75 м, на 13 дБА — 150 м. При про-

ектировании и строительстве скоростных автотранспортных магистралей с высокой интенсивностью очень важно учитывать фактор расстояния, однако в условиях городской застройки не всегда возможно в полной мере использовать этот метод.

Снижение уровня звука в зависимости от ограничения угла видимости источника из расчетной точки определяется по формуле [5]:

$$\Delta L_{\text{вид}} = 10 \lg(a/180), \quad (3)$$

где  $a$  — угол видимости экранированного или неэкранированного участка улицы или дороги из расчетной точки, град.

Угол видимости — это угол, где прямой звук распространяется без преград, и чем он меньше, тем больше снижение уровня звука в расчетной точке. Так, если мы имеем открытое пространство, то снижение звука за счет ограничения угла видимости не происходит, при угле видимости  $90^\circ$  снижение уровня звука составит 3 дБА, а при угле видимости  $18^\circ$  — 10 дБА. Снижение уровня проникающего шума путем ограничением угла видимости — это, по сути, частичное экранирование транспортной магистрали, поэтому эффективным в данном случае является зонирование застройки по отношению к источнику шума с организацией вдоль транспортной магистрали в первом эшелоне учреждений культурно-бытового, торгового и коммунального назначения, административно-хозяйственных предприятий. Степень распространения шума на примагистральной территории зависит от характера застройки первой линии. Для снижения шума на жилой территории необходимо соблюдать следующие принципы:

- размещать малоэтажные здания вблизи источников шума;
- шумозащитные дома строить параллельно транспортной магистрали, при этом противоположная фронтальная сторона дома окажется защищенной от шума и, кроме того, сам дом образует препятствие для проникновения шума на жилую территорию;
- группировать жилые объекты в закрытые или полузакрытые кварталы;
- здания, не требующие защиты от шума (склады, гаражи, мастерские и т. п.), использовать в качестве барьеров, ограничивающих распространение шума.

В тех случаях, когда выделенная под застройку территория расположена в непосредственной близости от эксплуатируемых магистралей, решающее значение имеет форма застройки первого эшелона. Идеальным считается вариант с минимальными разрывами (не более 20 м) между торцами зданий первого эшелона или с полным отсутствием таких разрывов. Тогда первый эшелон застройки выполняет функцию здания-экрана, защищая собой внутриквартальную территорию. С помощью такого решения можно снизить уровни шума на внутриквартальной территории в расположенных здесь зданиях на 10–15 дБА. Высота зданий первого эшелона должна быть, с одной стороны, достаточной для защиты внутриквартальной территории (не менее 5 этажей), а с другой — не слишком большой, так как жилые помещения, окна которых обращены в сторону магистрали, нуждаются в дополнительной защите от шума. Большого эффекта в защите от шума при относительно невысоких затратах можно достичь за счет использования конфигурации местности. Снижению транспортного шума в жилой застройке в ряде случаев способствуют заглубление проезжей части в выемку, использование специальных сооружений типа стенок, насыпей, эстакад.

Снижение уровня звука в зависимости от наличия акустически мягкого покрытия (трава, рыхлый грунт, мелкий кустарник) определяется по формуле [5]:

$$\Delta L_{\text{А ПОК}} = 6 \lg[\sigma^a / (1 + 0,01 \sigma^2)], \quad (4)$$

где  $\sigma$  — звукопоглощающая способность поверхности местности, определяемая длиной участка акустически мягкого покрытия, высотой мелкого кустарника.

Акустически мягкое покрытие эффективно для защиты от шума малоэтажных объектов. В высокоэтажной застройке эффект от акустически мягкого покрытия будет наблюдаться только на нижних этажах.

Снижение уровня звука вследствие затухания звука в воздухе определяется по формуле [5]:

$$\Delta L_{\text{А ВОЗ}} = 5r / 1000, \quad (5)$$

где  $r$  — расстояние от источника шума, м.

Фактически эта поправка связана с потерей энергии акустической волны в воздухе и зависит только от расстояния. На расстоянии 200 м снижение уровня звука в воздухе составит 1 дБА.

Шумозащитными свойствами обладают полосы зеленых насаждений, состоящие из одно-, двухъярусных кустарников плотной посадки и одного-двух рядов деревьев с сомкнутыми кронами и плотностью листвы более 0,8. Типы шумозащитных полос зеленых насаждений (ШПЗ) и их ориентировочная эффективность приведены в таблице 1 [5].

Таблица 1. — Характеристика некоторых видов ШПЗ

Наименование ШПЗ	Схематичные планы ШПЗ		Эффективность, дБА
	Вид сверху	Вид сбоку	
Схема 1			3
Схема 2			3
Схема 3			3,5
Схема 4			4
Схема 5			9
Схема 6			10
<p>Примечания:            1) основные породы деревьев;            2) породы кустарников;            3) мелкие породы кустарников;            4) сопутствующие породы деревьев.</p>			

Общая ширина шумозащитных полос зеленых насаждений не должна превышать 20–45 м. Расстояние между отдельными полосами 4–5 м. Не менее 50% общего числа высаживаемых деревьев должна занимать основная порода, обладающая наибольшей эффективностью и жизнеспособностью в данных почвенно-климатических условиях, которая должна чередоваться с сопутствующими теневыми породами внутри ряда. Теневые породы создают большую сомкнутость и служат подгонкой для главных. Деревья основной породы высаживаются через 2,5–4 м в ряду при расстоянии 2–2,5 м между рядами. Расстояние между деревьями сопутствующих пород 2–2,5 м. Крупные кустарники высаживают на расстоянии 1–1,5 м друг от друга, мелкие — через 0,5 м.

Экранирующие объекты, используемые для борьбы с шумом, следует располагать как можно ближе к его источнику, причем большое значение имеет непрерывность таких объектов по всей длине, их высота и ширина. Экраны, выполненные в виде вертикальной защитной стенки, получили применение в условиях сложившейся застройки. Эти экраны имеют различную конструкцию — они могут быть выполнены из бетона, металла, пластмассы, из звукопоглощающих панелей, из светопрозрачных панелей и т. п. Эффективность экранов зависит от геометрии экрана, расположения экрана относительно магистрали и защищаемого объекта, от ширины магистрали (т. е. от числа полос движения автотранспорта), от свойств поверхности территории и других факторов. Акустические экраны высотой свыше 3–4 м могут иметь акустическую эффективность 8–10 дБА.

Ограждающие конструкции, применяемые при строительстве жилых зданий, имеют, как правило, достаточную звукоизоляцию от внешнего шума. Наиболее уязвимой частью ограждающих конструкций с точки зрения звукоизоляции является окно. При недостаточности эффективности всех предыдущих мероприятий в помещениях, обращенных окнами на транспортные магистрали, рекомендуется установка шумозащитных окон. Шумозащитным называют окно, которое обладает повышенной по сравнению с обычным окном звукоизоляцией. Если окно обычной конструкции снижает уровень шума при проникновении его в помещение на 15–17 дБА при отсутствии проветривания помещения, то шумозащитное окно имеет акустическую эффективность 22–30 дБА. Высокая звукоизоляция обеспечивается подбором толщины наружных и внутренних стекол и расстоянием между ними, а также герметизацией щелей.

Анализируя приведенные данные, можно сделать вывод о том, что при типичной акустической нагрузке в жилой застройке от транспорта, составляющей 65–75 дБА, снижение шума в полной мере может быть достигнуто одновременным экономически адекватным использованием комплекса описанных способов шумозащитных мероприятий.

## Литература

1. Night noise guidelines for Europe [Electronic resource] / WHO Regional Office for Europe. — Copenhagen, Denmark, 2009. — Mode of access: [https://www.euro.who.int/\\_data/assets/pdf\\_file/0017/43316/E92845.pdf](https://www.euro.who.int/_data/assets/pdf_file/0017/43316/E92845.pdf). — Date of access: 20.10.2020.
2. Environmental Noise Guidelines for the European Region / World Health Organization Regional Office for Europe. — Copenhagen, Denmark, 2018. — 180 p.
3. Губернский, Ю. Д. Экология и гигиена жилой среды : учеб. пособие / Ю. Д. Губернский, С. И. Иванов, Ю. А. Рахманин. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2008. — 204 с.
4. Денисов, В. Н. Благоустройство территории жилой застройки / В. Н. Денисов, Ю. Х. Лукманов. — СПб. : МАНЭБ, 2006. — 224 с.
5. Справочник по защите от шума и вибрации жилых и общественных зданий / В. И. Заборов [и др.]; под ред. В. И. Заборова. — Киев : Будивельник, 1989. — 157 с.

Поступила 13.11.2020

# ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, ОБУСЛОВЛЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЕМ ВОДОИСТОЧНИКОВ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ, НА ТЕРРИТОРИЯХ НЕФТЕПЕРЕРАБОТКИ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

<sup>1,2</sup>Валеев Т. К., к. б. н., [valeevtk2011@mail.ru](mailto:valeevtk2011@mail.ru),

<sup>1</sup>Сулейманов Р. А., д. м. н., [rafs52@mail.ru](mailto:rafs52@mail.ru),

<sup>2</sup>Ахмадеев А. В., д. м. н., профессор, зав. кафедрой, [kafedra.bzhd@mail.ru](mailto:kafedra.bzhd@mail.ru),

<sup>2</sup>Хазиахметов Р. М., д. м. н., профессор, [kafedra.bzhd@mail.ru](mailto:kafedra.bzhd@mail.ru),

<sup>1</sup>Рахматуллин Н. Р., к. м. н., доцент, [rnrnii@mail.ru](mailto:rnrnii@mail.ru),

<sup>1</sup>Бактыбаева З. Б., к. б. н., [baktybaeva@mail.ru](mailto:baktybaeva@mail.ru),

<sup>1</sup>Рахматуллина Л. Р., [lilianarahmatullina@yandex.ru](mailto:lilianarahmatullina@yandex.ru),

<sup>1</sup>Рафиков С. Ш., [raf\\_777mail.ru@mail.ru](mailto:raf_777mail.ru@mail.ru)

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Россия

Сточные воды нефтеперерабатывающих комплексов (далее — НПК), загрязненные специфическими соединениями, попадая в поверхностные и подземные водоисточники, могут оказать неблагоприятное влияние на качество воды, санитарные условия жизни и водопользования населения [1–5].

На территории Республики Башкортостан (далее — РБ) значительный вклад в загрязнение воды подземных водоисточников вносят такие производственные объекты, как ПАО АНК «Башнефть» — «Башнефть-УНПЗ», «Башнефть-Уфанефтехим», «Башнефть-Новыйл», ОАО «Башкирнефтепродукт» (Уфимский НПК) и ОАО «Синтез-Каучук», ОАО «Газпромнефтехим Салават», ОАО «Стерлитамакский нефтехимический завод» (Стерлитамакский НПК).

Для оценки степени влияния Уфимского и Стерлитамакского НПК на качественный состав подземных водоисточников было проведено исследование подземных вод, используемых жителями населенных пунктов (Черкаissy, Раевка, Бегеняшское, Буриказганово, Южное и Первомайский), расположенных в непосредственной близости от размещения объектов отрасли. Для достоверности интерпретации полученных результатов нами рассчитывались усредненные величины показателей качества воды, регистрируемых в различные сезоны года, за 5-летний период наблюдения (2015–2019 гг.).

Результаты эколого-гигиенической оценки качества подземных вод, залегающих на территориях размещения Уфимского НПК, свидетельствуют, что вода родников, используемая для хозяйственно-питьевых целей жителями п. Черкаissy и д. Раевка РБ обладает неприятным запахом (превышение нормы до 1,5 раза), повышенной жесткостью (превышение нормы до 1,4 раза), содержит в большом количестве ингредиенты, образующиеся предприятиями отрасли: бензол (до 70 ПДК), толуол (до 27 ПДК), изопропилбензол (до 64 ПДК).

Подземные воды, залегающие на территориях расположения Стерлитамакского НПК, характеризуются высокой минерализацией (превышение нормы до 1,3 раза), высокой жесткостью (превышение нормы до 2,5 раз), высоким содержанием железа (до 5 ПДК), нитратов (до 3,8 ПДК), нефтепродуктов (до 8,4 ПДК) (таблица 1).

Употребление такой воды может способствовать риску развития различных заболеваний населения. Результаты расчетов неканцерогенного риска показывают, что для жителей изучаемых населенных пунктов существует опасность развития патологических изменений со стороны центральной нервной системы (далее — ЦНС) — НИ составил до 1,14 для взрослого и 1,36 — для детского контингента, сердечно-сосудистой системы (далее — ССС) и системы крови — до 4,6 и 5,3, гормональной системы — до 1,0 и 1,2, печени и почек — до 2,7 и 3,2 (таблица 2). Основными компонентами, формирующими повышенные риски, являются: нитраты (НҚ до 5,3), изопропилбензол (НҚ до 3,2), нефтепродукты (НҚ до 1,4), бензол (НҚ до 1,2), железо (НҚ до 0,25), толуол (НҚ до 0,16).

Повышенные уровни риска со стороны ССС для взрослого и детского населения выявлены для водоисточников д. Бегеняшское (НИ = 4,6 и НИ = 5,3), д. Буриказганово (НИ = 1,56 и НИ = 1,82) и д. Южное (НИ = 1,2 и НИ = 1,4). Ведущим показателем, формирующим риски ССС, является высокое содержание нитратов.

Наибольший риск вероятности заболеваний системы крови отмечается в д. Бегеняшское (взрослые НІ = 4,6; дети НІ = 5,3), д. Буриказганово (взрослые НІ = 1,56; дети НІ = 1,82), д. Южное (взрослые НІ = 1,41; дети НІ = 1,65), п. Раевка (взрослые НІ = 1,0; дети НІ = 1,2). Основной вклад в риски вносят бензол, нитраты и железо.

Для жителей п. Раевка высокая концентрация в воде бензола может способствовать предрасположенности к развитию злокачественных новообразований и гормональных изменений, особенно для детского контингента (взрослые НІ = 1,0; дети НІ = 1,2).

Таблица 1. — Показатели качества подземных вод, залегающих на территориях расположения основных НПК РБ (усредненные данные)

Определяемые показатели, ед. измерения	ПДК	НПК, створы наблюдений					
		Уфимский НПК		Стерлитамакский НПК			
		п. Черкассы (родник)	д. Раевка (родник)	д. Буриказганово (родник)	д. Южное (скважина)	п. Первомайский (скважина)	д. Бегеняшское (скважина)
Запах, баллы	2,0	2,8±0,3	2,2±0,3	1,5±0,2	1,8±0,2	1,1±0,2	1,1±0,2
Минерализация, мг/л	1000	730±107	448±85	658±66	1100±110	1311±182	1356±136
Жесткость, мг-экв/л	7,0	7,5±0,9	9,7±1,3	7,98±1,2	10,97±1,65	17,95±2,69	17,9±2,5
Растворенный кислород, мг/л	6	9,1±0,7	9,2±1,3	7,95±0,8	7,87±0,79	7,54±0,75	7,38±0,74
Хлориды, мг/л	350	16,0±2,7	54,8±7,5	24,1±2,0	13,6±2,0	90,2±2,0	95,1±2,0
Сульфаты, мг/л	500	3,2±0,6	6,4±0,9	23,0±3,0	300±9,1	388±12,2	70,0±5,0
Нитраты, мг/л	45,0	8,0±1,6	1,63±0,08	58,4±7,0	43,9±5,3	22,4±2,7	170,6±20,5
Нитриты, мг/л	3,0	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02
Фенолы (летучие), мг/л	0,001	0,0012±0,0003	0,001±0,0003	0,001±0,0002	0,001±0,0002	0,0011±0,0002	0,001±0,0002
Нефтепродукты, мг/л	0,10	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	< 0,02	0,84±0,1
Альфа-метилстирол, мг/л	0,10	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Бензол, мг/л	0,001	0,04±0,005	0,07±0,04	н/о	н/о	н/о	н/о
Толуол, мг/л	0,024	н/о	0,65±0,08	н/о	н/о	н/о	н/о
Изопропилбензол, мг/л	0,10	6,4±0,8	2,7±0,4	н/о	н/о	н/о	н/о
Железо, мг/л	0,30	0,1±0,03	0,2±0,04	0,27±0,06	1,5±0,23	0,55±0,13	0,21±0,05
Марганец, мг/л	0,10	0,02±0,004	0,02±0,004	0,014±0,004	0,099±0,025	0,004±0,001	0,022±0,007
Никель, мг/л	0,10	0,0012±0,0002	0,0012±0,0002	0,0014±0,0004	0,013±0,004	0,001±0,0003	0,0012±0,0004
Мышьяк	0,05	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005	< 0,005

Примечание: н/о — не обнаружено (нижние пределы измерения в анализируемых пробах составляли: для альфа-метилстирола и изопропилбензола — 0,01 мг/л, бензола и толуола — 0,005 мг/л).

Таблица 2. — Неканцерогенный риск (индексы опасности, НІ), связанный с использованием подземных вод источников нецентрализованных систем водоснабжения для взрослого и детского контингента, проживающего на территориях размещения Уфимского и Стерлитамакского НПК РБ

Органы и системы	Уфимский НПК				Стерлитамакский НПК							
	п. Черкассы (родник)		д. Раевка (родник)		д. Буриказганово (родник)		д. Южное (скважина)		п. Первомайский (скважина)		д. Бегеняшское (скважина)	
	взр.	дет.	взр.	дет.	взр.	дет.	взр.	дет.	взр.	дет.	взр.	дет.
ЦНС	0,57	0,67	1,14	1,36	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Печень	2,7	3,2	0,14	0,16	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Органы и системы	Уфимский НПК				Стерлитамакский НПК							
	п. Черкассы (родник)		д. Раевка (родник)		д. Буриказганово (родник)		д. Южное (скважина)		п. Первомайский (скважина)		д. Бегеняшское (скважина)	
	взр.	дет.	взр.	дет.	взр.	дет.	взр.	дет.	взр.	дет.	взр.	дет.
Почки	2,7	3,2	0,14	0,16	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	1,2	1,4
ССС	0,21	0,25	<0,1	<0,1	1,56	1,82	1,2	1,4	0,6	0,7	4,6	5,3
Система крови	0,78	0,92	1,0	1,2	1,56	1,82	1,41	1,65	0,6	0,7	4,6	5,3
Гормональная система	0,57	0,67	1,0	1,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Слизистые оболочки	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,21	0,25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Рак	0,57	0,67	1,0	1,2	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Кожа	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	0,21	0,25	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1

Примечания:  
1) взр. — взрослый контингент;  
2) дет. — детский контингент;  
3) < 0,1 — значение индекса опасности менее 0,1 (пренебрежимо малый уровень риска).

Присутствие в питьевых водах нефтепродуктов, изопробилбензола и толуола создает повышенный уровень риска поражения печени и почек — в п. Черкассы (взрослые  $NI = 2,7$ ; дети  $NI = 3,2$ ), д. Бегеняшское (взрослые  $NI = 1,2$ ; дети  $NI = 1,4$ ).

Вероятное неблагоприятное воздействие на ЦНС выявлено только в п. Раевка — уровень риска составил для взрослого населения — 1,14, а для детей — 1,36 (за счет совместного присутствия в воде бензола и толуола).

Таким образом, исследования подтверждают, что деятельность предприятий НПК неотвратимо сопровождается загрязнением водоисточников и, как следствие, неблагоприятным влиянием на состояние здоровья населения. Полигоны предприятий отрасли, особенно старые, занимают значительные площади, являются постоянными источниками загрязнения окружающей среды вследствие испарения нефтепродуктов и проникновения их в грунтовые воды. Негерметичность очистных сооружений и стыков труб сетей общезаводской канализации, отсутствие дренажа вокруг территории предприятий отрасли и организованного отвода с нее грунтовых вод, особенно при наклонном рельефе местности, способствует загрязнению поверхностных и подземных водоисточников, размещенных не только в зоне деятельности этих производств, но и за ее пределами.

Основными загрязняющими веществами воды подземных водоисточников, способствующими риску развития неблагоприятных эффектов для здоровья населения, являются: бензол, изопробилбензол, нитраты, нефтепродукты, толуол, железо.

Выявленные проблемные вопросы, связанные с неблагоприятным влиянием объектов отрасли на подземные водоисточники, могут быть характерны и для других территорий РФ с развитой нефтепереработкой: в городах Кириши, Омске, Нижнем Новгороде, Перми, Волгограде, Самаре, Москве, Рязани, Саратове и др.

Выполненные исследования позволили оценить уровень загрязнения подземных водоисточников и степень риска здоровью населения, разработать мероприятия по снижению техногенного влияния объектов НПК. Разработанный комплекс мероприятий изложен в проекте методического документа МР «Обоснование гигиенических мероприятий по снижению техногенной нагрузки на объекты окружающей среды в регионах с развитой нефтехимией и нефтепереработкой» и предложен к внедрению в систему Роспотребнадзора.

## Литература

1. Анализ воздействия предприятий нефтехимического комплекса на гидросферу и пути минимизации их негативного влияния / А. Г. Баландина [и др.] // Башкирский химический журнал. — 2015. — Т. 22, № 1. — С. 115–126.
2. Опыт эколого-гигиенической оценки загрязнения водных объектов на территориях размещения предприятий нефтеперерабатывающих и нефтехимических комплексов / Т. К. Валеев [и др.] // Гигиена и санитария. — 2020. — Т. 99, № 9. — С. 886–893.

3. Домрачева, В. А. Экологическая ситуация Иркутской области, связанная с нефтяным загрязнением водоемов / В. А. Домрачева, В. В. Трусова // Вестник Иркутского государственного технического университета. — 2010. — № 5 (45). — С. 176–179.

4. Оценка влияния предприятий нефтехимического комплекса на объекты окружающей среды / А. Р. Мухаматдинова [и др.] // Георесурсы. — 2012. — № 8 (50). — С. 46–50.

5. Hygienic assessment of health risks of the population living in the areas of intensive oil extraction / R. A. Suleimanov [et al.] // Revista Amazonia investiga. — 2020. — Vol. 9, № 26. — P. 97–104.

Поступила 02.11.2020

## АНАЛИЗ ВЛИЯНИЯ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ НА ЗДОРОВЬЕ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ АНКЕТНОГО ОПРОСА ЖИТЕЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОГО ГОРОДА

<sup>1</sup>Гошин М. Е., к. х. н., [mgoshin@cspmz.ru](mailto:mgoshin@cspmz.ru),

<sup>1,2</sup>Демина Н. Н., [ndemina@cspmz.ru](mailto:ndemina@cspmz.ru),

<sup>1</sup>Никитина Т. А., [tnikitina@cspmz.ru](mailto:tnikitina@cspmz.ru)

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства Российской Федерации, г. Москва, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва, Россия

Здоровье населения, проживающего в непосредственной близости от промышленных предприятий, является объектом пристального внимания ученых. С целью снижения уровня загрязнения атмосферного воздуха в крупных промышленных центрах Российской Федерации проводятся мероприятия в рамках федерального проекта «Чистый воздух». Ожидаемыми результатами реализации программы являются усиление федерального государственного экологического надзора и модернизация системы социально-гигиенического надзора, в рамках которой возможно прогнозировать состояние здоровья населения по результатам анализа состава загрязнения компонентов среды обитания.

Доля жалоб населения, связанных с наличием постороннего запаха в воздухе, достигает 70% от общего числа [1]. Регламентированные в настоящее время мероприятия, направленные на улучшение качества атмосферного воздуха, связаны с определением концентраций конкретных химических веществ в сравнении с их ПДК, при этом влияние запаха, который может сопровождать выбросы промышленных предприятий, как правило, не учитывается. Производственные запахи представляют собой смеси химических веществ, концентрации которых могут быть значительно ниже нормативов. Однако наличие запаха может вызывать состояние «раздражения» населения, проживающего в районе размещения промышленных объектов [2]. Это состояние, в свою очередь, может приводить к ухудшению самочувствия населения, повышению эмоционального напряжения, а также к увеличению беспокойности экологическими проблемами населенного пункта [3].

*Целью* данного исследования стало изучение мнения жителей населенного пункта, в котором расположены предприятия агропромышленного комплекса и пищевой промышленности, о состоянии окружающей среды в контексте их беспокойности возможным влиянием локальной экологической ситуации на состояние здоровья.

*Материалы и методы.* Для анализа беспокойности жителей экологической ситуацией в городе с населением около 50 тысяч человек разработана специальная анкета (43 вопроса), разбитая на следующие блоки: общие сведения (пол, возраст, место постоянного проживания), оценка экологической ситуации в городе, оценка влияния факторов окружающей среды, а также частота проявления разных симптомов нарушения здоровья.

Участниками опроса стали родители и проживающие совместно другие взрослые родственники старших дошкольников, которые посещали шесть муниципальных дошкольных образовательных организаций (далее — ДОО), а также воспитатели и другие сотрудники, с которыми контактировали

дети в этих ДОО. В анкетировании приняли участие 211 жителей города в возрасте 16–78 лет, доля женщин составила 67,3%. Место проживания респондентов — не далее 10 км от предприятия, являющегося предполагаемым основным источником постороннего навязчивого запаха. Результаты анкетирования перед статистической обработкой были деперсонифицированы.

Статистический анализ проводили с помощью пакета программ Statistica 10.0 for Windows по критерию Манна — Уитни, различия считали значимыми при уровне  $p \leq 0,05$ .

*Результаты и обсуждение.* В зависимости от ответов на вопрос «Считаете ли Вы, что экологическая ситуация в месте проживания может влиять на состояние Вашего здоровья и здоровье других членов Вашей семьи?» респонденты разделились на четыре группы (согласно представленной таблице). В дальнейшем, в соответствии с целью исследования, изучались различия между группами А и В, между которыми не было выявлено значимых различий по возрасту ( $36,3 \pm 8,2$  года и  $35,8 \pm 7,8$  года соответственно).

Таблица 1. — Группировка ответов респондентов на вопрос «Считаете ли Вы, что экологическая ситуация в месте проживания может влиять на состояние Вашего здоровья и здоровье других членов Вашей семьи?»

Группа	Варианты ответов	Количество человек	Доля (%)
А	«Да»	125	59,2
В	«Возможно»	73	34,6
С	«Нет»	4	1,9
Д	Нет ответа на вопрос	9	4,3

При сравнении групп А и В выявлены различия ( $p=0,001$ ) при ответе на вопрос «Пожалуйста, оцените экологическую ситуацию в районе проживания» (возможные ответы: 1 — «ситуация плохая», 2 — «жить можно», 3 — «ситуация хорошая»). Доля тех, кто выбрал ответ 1, выше в группе А (55,3% против 26,4%). В то же время респонденты группы В чаще выбирали ответ 2 (69,4% против 41,5%). Ответ 3 в обеих группах был представлен примерно одинаково (3,3% в группе А и 4,3% в группе В).

На вопросы, касающиеся возможных источников влияния на состояние экологической обстановки, ответили 194 человека. Значительную долю (68,4%) в выбранном городе среди предложенных факторов, которые могут вызвать жалобы, из представленных в анкете (шум, наличие пыли или запаха) занимала проблема постороннего запаха в атмосфере.

На вопрос «Мешают ли Вам посторонние запахи?» (предложенные варианты ответов 1 — да, мешают, 2 — мешают редко, 3 — нет, не мешают) большая часть опрошиваемых ответила утвердительно: в группе А 95,7% опрошенных указали, что запах им мешает (71,1% категорично заявили о том, что посторонний запах им мешает, а 25,6% отметили то, что запах мешает редко). В группе В процент тех, кому мешает запах, ниже (56,2%), вариант ответа «мешает редко» выбрали 32,9% опрошенных. Различия между группами значимы ( $p=0,02$ ).

В анкете было предложено оценить интенсивность ощущаемого запаха по 5 градациям шкалы (1 — еле заметный, 2 — слабый, 3 — определяемый отчетливо, 4 — сильный, 5 — очень сильный). Доля респондентов, которым запах кажется очень сильным, выше в группе А (21,0% в группе А и 8,8% в группе В;  $p=0,03$ ). В то же время в группе В чаще отмечали меньшую интенсивность постороннего запаха (43,7% в группе А и 54,4% в группе В;  $p=0,03$ ), характеризуя его как более отчетливый и более слабый.

Помимо вопросов анкеты, отражающих субъективное представление о состоянии окружающей среды, выявлены достоверные различия между двумя группами А и В по таким симптомам, как покраснение глаз (зуд, отек, слезотечение, резь,  $p=0,03$ ) и боли в груди ( $p=0,04$ ), причем выше частота этих симптомов в группе А.

Результаты проведенного анализа показали, что для респондентов группы А характерны более негативные и категоричные суждения об экологической обстановке в городе и при этом более частые проявления симптомов нарушения здоровья по сравнению с группой В, что может отчасти объяснять их более жесткие оценки экологической ситуации и, возможно, высокую обеспокоенность состоянием своего здоровья. Группа В на этом фоне проявляет значительно более сдержанное отношение к проблемам качества окружающей среды, они не так часто обращают внимание на симптомы возможного нарушения здоровья, которые являются актуальными для группы А. Таким образом, можно заключить, что по сравнению с другими экологическими рисками загрязнение

воздуха (в частности, наличие постороннего запаха как результата деятельности объектов промышленности) определенно является серьезной проблемой для существенной части жителей изучаемого города.

Анализ контента мессенджеров в социальных сетях показал наличие большого количества сообщений, фиксирующих наличие в атмосферном воздухе населенного пункта посторонних запахов, что также свидетельствует об обеспокоенности населения экологическим состоянием места проживания. Поэтому можно сделать обоснованное заключение, что загрязнение пахучими веществами является важным фактором, влияющим на восприятие населением риска для здоровья под воздействием загрязнения воздуха промышленными предприятиями. В дальнейшем мы планируем выявить наиболее чувствительные к воздействию навязчивых промышленных запахов группы населения данного города и провести комплекс дополнительных исследований, направленных на подтверждение причинно-следственной связи влияния постороннего запаха и частоты возникновения нарушений состояния здоровья населения.

Результаты исследования могут быть использованы в целях управления состоянием городской среды и позволят заинтересованным сторонам (исследователям, общественности, промышленности и органам управления) разработать систему мероприятий, направленных на снижение рисков загрязнения окружающей среды и уменьшение воздействия на население неблагоприятных экологических факторов.

## Литература

1. Анализ влияния запаха выбросов предприятий на самочувствие, активность и настроение человека / Ф. И. Ингель [и др.] // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2018. — № 10. — С. 64–68.

2. *Oiamo, T. H. Cumulative effects of noise and odour annoyances on environmental and health related quality of life / T. H. Oiamo, I. N. Luginaah, J. Baxter // Social Science & Medicine. — 2015. — Vol. 146. — P. 191–203.*

3. Place-based stressors associated with industry and air pollution / M. C. Kondo [et al.] // Health & Place. — 2014. — Vol. 28. — P. 31–37.

Поступила 10.11.2020

## РИСК ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ, АССОЦИИРОВАННЫЙ С ВОЗДЕЙСТВИЕМ ТРИГАЛОМЕТАНОВ В ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ

*Занкевич В. А., victoriarspch@mail.ru,  
Дроздова Е. В., к. м. н., доцент, drozdovaev@mail.ru,  
Просвирякова И. А., к. м. н., risk.factors@rspch.by,  
Долгина Н. А., dlginan@rambler.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Обеспечение населения питьевой водой надлежащего качества и безопасности, выявление факторов риска для здоровья населения, ассоциированного с качеством питьевой воды, является одним из наиболее существенных и эффективных инструментов профилактики инфекционной (неинфекционной) заболеваемости и укрепления здоровья населения.

Хлорирование питьевой воды остается традиционным и наиболее распространенным методом обеззараживания воды поверхностных источников водоснабжения. Одновременно с выполнением своей основной функции — предупреждение инфекционных заболеваний, ассоциированных с водным фактором, — хлорирование является источником поступления в питьевую воду побочных продуктов. При хлорировании питьевой воды за счет взаимодействия хлорсодержащего реагента с органическими веществами природного происхождения (в основном гуминовыми и фульвокислотами) в питьевой воде образуются побочные продукты — тригалометаны (далее — ТГМ), обладающие канцерогенными свойствами. Образование ТГМ происходит во время и после поступления

хлорированной воды в водопроводную сеть, из-за чего концентрация этих веществ возрастает по мере продвижения питьевой воды к потребителю. Особое значение это приобретает для отдаленных точек распределительной сети с малой интенсивностью водозабора [1].

В последнем издании Руководства по обеспечению качества питьевой воды (ВОЗ) приведены сведения о 15 веществах — побочных продуктах хлорирования, потенциально опасных для здоровья населения. В данную группу вошли хлороформ, бромформ, дибромхлорметан, бромдихлорметан, тригалогенметаны и другие ТГМ. Поскольку при хлорировании воды максимум концентраций ТГМ приходится на хлороформ (его содержание превышает содержание всех остальных ТГМ), это вещество было принято ВОЗ как ведущее, приоритетное среди ТГМ [2].

В г. Минске присутствие ТГМ в питьевой воде отмечается на территории Московского, Фрунзенского и частично Октябрьского районов, в которых хозяйственно-питьевое водоснабжение обеспечивается из поверхностного водоисточника. По данным лабораторных исследований, концентрации хлороформа в питьевой воде в период 2017–2019 гг. фиксировались в пределах 0,01–0,19 мг/дм<sup>3</sup> (ПДК хлороформа в питьевой воде — 0,2 мг/дм<sup>3</sup>). Концентрации, превышающие среднегодовые значения, отмечались с июня по сентябрь (0,10–0,15 мг/дм<sup>3</sup>) и достигали максимальных значений (0,19 мг/дм<sup>3</sup>) в августе — сентябре. Учитывая высокие значения концентрации хлороформа в питьевой воде, а также способность хлороформа к суммации действия с другими ТГМ, актуальной является оценка уровней риска здоровью населения, ассоциированного с воздействием ТГМ в питьевой воде.

Цель данного исследования — оценить уровень риска здоровью населения, формируемого содержанием ТГМ в питьевой воде централизованной системы водоснабжения г. Минска и установить удельный вклад ТГМ в общую дозовую нагрузку.

Объектом исследования являлись уровни содержания ТГМ в питьевой воде централизованной системы водоснабжения Московского, Октябрьского и Фрунзенского районов г. Минска в период 2017–2019 гг. Гигиеническая оценка безопасности питьевой воды и оценка уровней риска здоровью населения, связанного с употреблением питьевой воды содержащей ТГМ, проводилась с использованием метода гигиенической оценки питьевой воды [3] и методологии оценки риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду [4].

В ходе оценки риска здоровью населения на этапе «идентификация опасных» проведен отбор приоритетных загрязнителей, влияние которых на здоровье населения требует первоочередной оценки, установлены вредные эффекты, которые могут быть вызваны данными химическими веществами при пероральном пути поступления их в организм человека. В перечень приоритетных ТГМ вошли: хлороформ, 1,2-дихлорэтан, трихлорэтилен, тетрахлорэтилен, бромформ, дибромхлорметан, бромдихлорметан, тетрахлорэтан. На этапе «оценка экспозиции» установлены фактические дозовые нагрузки, с которыми сталкивается население при употреблении питьевой воды, содержащей ТГМ. На основании результатов лабораторного исследования питьевой воды и стандартных факторов экспозиции (величины водопотребления — 2 литра в сутки, продолжительности воздействия — 30 / 70 лет, массы тела — 60 кг и т. д.) выполнен расчет хронического среднесуточного поступления (дозы) ТГМ. На этапе «оценка зависимости «доза-ответ»» проведен расчет и дана оценка уровню потенциального риска немедленного действия по показателям интенсивности запаха (привкуса), цветности, мутности, а также оценка риска воздействия химических веществ, нормируемых по влиянию на органолептические показатели питьевой воды, оценка потенциального риска неспецифических токсических эффектов и канцерогенного риска.

Для статистической обработки промежуточных результатов исследования были созданы базы данных в MS Excel. Проверка гипотезы о виде распределения полученных данных была выполнена с использованием критерия Шапиро–Уилка (W-тест). При описании результатов были использованы общепринятые показатели (с учетом вида распределения данных) — медиана (M), значения 25 и 75 перцентилей (интерквартильный размах). Уровень статистической значимости принят  $p < 0,05$ . Статистическая обработка и анализ полученных данных проводились с использованием пакета статистических программ STATISTICA 10 (серийный номер BXXR207F383402FA-V), Microsoft Office Excel 2010.

В ходе предварительной оценки риска здоровью населения от воздействия ТГМ, содержащихся в питьевой воде, установлено, что в целом на территории Московского, Октябрьского и Фрунзенского районов г. Минска в период 2017–2019 гг. потенциальный риск немедленного (рефлекторного) действия по показателям интенсивности запаха (привкуса), цветности и мутности питьевой воды характеризовался приемлемым уровнем ( $Risk = 0,02$  долей ед.). При данном уровне риска исключается рост заболеваемости населения, а негативная оценка органолептических свойств питьевой воды потребителем может отмечаться лишь в единичных случаях. Периодически, преимущественно в весенне-

летний период, на территории Фрунзенского района г. Минска значения потенциального риска немедленного действия по показателям интенсивности запаха (привкуса) и мутности питьевой воды достигали 0,16 долей ед. и характеризовались удовлетворительным уровнем, при котором возможны случаи жалоб населения, связанные с воздействием оцениваемого фактора (таблица 1). Потенциальный риск немедленного (рефлекторного) действия тетрахлорэтана, нормируемого по влиянию на органолептические показатели воды, оценивался как приемлемый (Risk = 0,02 долей ед.).

Таблица 1. — Потенциальный риск немедленного (рефлекторного) действия по интенсивности запаха (привкуса) питьевой воды на территории Московского, Октябрьского, Фрунзенского районов г. Минска в период 2017–2019 гг.

Территория	Год	Вероятность обнаружения неблагоприятного запаха (привкуса) потребителем	Вероятная доля населения, отмечающего запах (привкус)	Характеристика запаха (привкуса)	Проявление запаха (привкуса)
Московский район	2017	0,02	2–5 %	Очень слабый	Не ощущается потребителем, но обнаруживается специалистом
	2018	0	0	Не ощущается	Отсутствует
	2019	0	0	Не ощущается	Отсутствует
Октябрьский район	2017	0	0	Не ощущается	Отсутствует
	2018	0	0	Не ощущается	Отсутствует
	2019	0	0	Не ощущается	Отсутствует
Фрунзенский район	2017	0,16	10–20 %	Слабый	Обнаруживается потребителем, если обратить его внимание
	2018	0	0	Не ощущается	Отсутствует
	2019	0	0	Не ощущается	Отсутствует

Потенциальный риск хронического воздействия, связанный с регулярным употреблением питьевой воды, содержащей ТГМ, оценивался по эффектам неспецифического токсического действия. Согласно расчетам, в целом на территории Московского, Октябрьского и Фрунзенского районов г. Минска в период 2017–2019 гг. потенциальный риск развития неспецифических токсических эффектов, обусловленный содержанием в питьевой воде ТГМ, характеризовался приемлемым уровнем (Risk = 0,05 долей ед.). Основной вклад в формирование величины суммарного риска развития неспецифических токсических эффектов в различные годы исследуемого периода вносили хлороформ (76 %) и 1,2-дихлорэтан (89 %). Периодически максимальные значения потенциального риска развития неспецифических токсических эффектов, обусловленного воздействием 1,2-дихлорэтана, превышали приемлемый уровень риска (таблица 2).

Таблица 2. — Величина потенциального риска развития неспецифических токсических эффектов, ассоциированного с содержанием ТГМ в питьевой воде на территории Московского, Октябрьского, Фрунзенского районов г. Минска в период 2017–2019 гг.

Территория	Год	Риск развития неспецифических токсических эффектов						Суммарный риск
		Хлороформ	1,2-дихлорэтан	Трихлорэтилен	Тетрахлорэтилен	Бромформ	Дибромхлорметан	
Московский район	2017	1,3E-04	5,0E-03	8,7E-04	8,7E-04	0,0E+00	3,5E-04	7,2E-03
	2018	5,6E-03	7,0E-04	1,7E-04	3,5E-04	2,0E-04	2,3E-04	7,3E-03
	2019	5,3E-03	7,0E-04	1,7E-04	3,5E-04	2,0E-04	2,3E-04	1,8E-02
Октябрьский район	2017	1,3E-04	1,4E-02	4,7E-04	8,7E-04	0,0E+00	3,5E-04	1,6E-02
	2018	5,0E-03	7,0E-04	1,7E-04	3,5E-04	1,9E-04	2,6E-03	9,0E-03
	2019	5,2E-04	7,0E-04	1,7E-04	3,5E-04	1,9E-04	2,3E-04	2,2E-03

Территория	Год	Риск развития неспецифических токсических эффектов						Суммарный риск
		Хлороформ	1,2-дихлорэтан	Трихлорэтилен	Тетрахлорэтилен	Бромформ	Дибромхлорметан	
Фрунзенский район	2017	1,3E-04	4,1E-03	8,7E-04	8,7E-04	0,0E+00	3,5E-04	6,3E-03
	2018	2,8E-03	7,0E-04	1,7E-04	3,5E-04	1,9E-04	2,3E-04	4,5E-03
	2019	5,1E-03	7,0E-04	1,7E-04	3,5E-04	1,9E-04	2,3E-04	6,8E-03

Оценка риска влияния ТГМ на критические органы / системы проводилась на основании расчета значений индексов опасности острого и хронического воздействия. В качестве критических рассматривались органы / системы, в которых при возрастании концентраций ТГМ возникает первый вредный эффект или его известный предвестник. В соответствии с методологией оценки риска здоровью населения, [4] критическими органами / системами для ТГМ являются почки, печень, эндокринная, центральная нервная и сердечно-сосудистая системы. По результатам расчетов за исследуемый период индекс опасности развития неблагоприятных эффектов со стороны сердечно-сосудистой, эндокринной системы, со стороны печени, включая индукцию микросомальных ферментов, обусловленный воздействием ТГМ, оценивается как низкий.

В ходе оценки канцерогенного риска здоровью населения, обусловленного употреблением питьевой воды, содержащей ТГМ, установлено, что индивидуальный канцерогенный риск здоровью населения от содержания в питьевой воде трихлорэтилена, тетрахлорэтилена, бромформа, тетрахлорэтана, характеризуется приемлемым уровнем ( $Risk - \text{менее } 10^{-6}$ ). Приемлемые уровни риска, как правило, не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению и подлежат периодическому контролю.

Индивидуальный канцерогенный риск, обусловленный воздействием 1,2-дихлорэтана, дибромхлорметана, бромдихлорметана оценивается как допустимый ( $Risk - 10^{-6} - 10^{-5}$ ). Уровни допустимого риска подлежат постоянному контролю, а в некоторых случаях при таких уровнях риска требуются дополнительные мероприятия по их снижению.

Величина индивидуального канцерогенного риска, обусловленного воздействием хлороформа, составляет более  $10^{-5}$  и характеризуется средним уровнем риска. Вклад хлороформа в формирование суммарного канцерогенного риска, ассоциированного с воздействием ТГМ, составляет более 50%. Как правило, появление такого риска требует проведения динамического контроля с углубленным изучением возможных последствий неблагоприятного воздействия и решения вопроса о мерах по управлению риском (таблица 3).

Таблица 3. — Величина потенциального индивидуального канцерогенного риска, ассоциированного с содержанием ТГМ в питьевой воде на территории Московского, Октябрьского, Фрунзенского районов г. Минска в период 2017–2019 гг.

Вещества	Московский район			Октябрьский район			Фрунзенский район		
	2017	2018	2019	2017	2018	2019	2017	2018	2019
Хлороформ	2,9E-07	1,3E-05	1,2E-05	2,9E-07	1,1E-05	1,2E-06	2,9E-07	6,3E-06	1,2E-05
1,2-дихлорэтан	1,7E-04	2,3E-06	2,3E-06	4,8E-05	2,3E-06	2,3E-06	1,4E-04	2,3E-06	2,3E-06
Трихлорэтилен	1,1E-06	6,7E-07	2,1E-07	5,8E-07	2,1E-07	2,1E-07	1,1E-06	2,1E-07	2,1E-07
Тетрахлорэтилен	1,7E-06	1,7E-06	6,7E-07	1,7E-06	6,7E-07	6,7E-07	1,7E-06	6,7E-07	6,7E-07
Бромформ	0,0E+00	2,8E-07	2,8E-07	0,0 E+00	2,8E-07	2,8E-07	0,0 E+00	2,8E-07	2,8E-07
Дибромхлорметан	2,0E-06	1,1 E-06	1,1E-06	2,0E-06	1,1E-06	1,1E-06	2,0E-06	1,1E-06	1,1E-06
Бромдихлорметан	2,0E-06	5,5E-06	6,0E-06	2,0E-06	8,7E-06	7,9E-07	2,0E-06	3,0E-06	5,6E-06
Тетрахлорэтан	3,2E-05	6,4E-07	6,4E-07	3,2E-05	6,4E-07	6,4E-07	3,2E-05	6,4E-07	6,4E-07
Суммарный риск	2,1E-04	2,5E-05	2,3E-05	8,6E-05	2,5E-05	7,2E-06	1,8E-04	1,5E-05	2,2E-05

Таким образом, химическая нагрузка, обусловленная водоподготовкой, характеризуется спектром химических веществ, обладающих санитарно-токсикологическими и канцерогенными свой-

ствами. Концентрации химических веществ, образующиеся в воде во время водоподготовки, не превышают установленных гигиенических нормативов, однако их суммарное содержание выше регламентируемого уровня.

Применение методологии оценки риска здоровью позволяет провести оценку динамики качества и безопасности питьевой воды от водозабора до потребителя и оценить потенциальный риск здоровью. На территории г. Минска, частично снабжаемой питьевой водой из поверхностного источника, риск развития неспецифических токсических эффектов и канцерогенный риск, обусловленный содержанием в питьевой воде ТГМ, в ряде случаев превышает приемлемый уровень.

Выполненная оценка риска для здоровья населения, ассоциированного с содержанием в питьевой воде ТГМ, носит предварительный характер, основывается на ограниченных лабораторных данных и требует проведения дополнительных исследований в данном направлении, в том числе с учетом оценки поступления ТГМ за длительный ретроспективный период.

## Литература

1. Новые бесхлорные технологии в очистке и обеззараживании питьевой воды / М. Г. Новиков [и др.] // Водоочистка. Водоподготовка. Водоснабжение. — 2012. — № 10. — С. 48–56.
2. Руководство по обеспечению качества питьевой воды [Электронный ресурс] / Всемирная организация здравоохранения. — 4-е изд. — Женева, 2017. — Режим доступа: [https://www.who.int/water\\_sanitation\\_health/publications/dwq-guidelines-4/ru/](https://www.who.int/water_sanitation_health/publications/dwq-guidelines-4/ru/). — Дата доступа: 03.11.2020.
3. Метод гигиенической оценки питьевой воды : инструкция по применению № 019–1118 : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Респ. Беларусь 23.04.2019. — Минск, 2019. — 55 с.
4. Оценка риска здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевую воду [Электронный ресурс] : инструкция 2.1.4.10–11–2–2005 : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Респ. Беларусь 22.02.2005 № 19 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «Юрспектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2020.

Поступила 09.11.2020

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ АНАЛИЗ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ БОЛЕЗНЯМИ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ НАСЕЛЕНИЯ, ПРОЖИВАЮЩЕГО В ЗОНЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ НИЗКОЧАСТОТНЫХ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ И МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ ОТ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ ЭЛЕКТРОПЕРЕДАЧИ

*Захаренко Т. В., tanya152915@gmail.com,  
Сарапина Е. П., sarapinkaliza@gmail.com,  
Соловьева И. В., к. т. н., sivbel@mail.ru,  
Арбузов И. В., vanyk@tut.by,  
Кравцов А. В., sasha.kravtsov.87@mail.ru,  
Баслык А. Ю., baslykalexey@gmail.com*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В исследованиях ряда авторов, посвященных изучению воздействия неионизирующего излучения на живые организмы, указывается, что электромагнитные поля тока промышленной частоты 50 Гц могут влиять на основные функции организма, в том числе на нервную систему. В условиях населенных мест одним из многочисленных источников таких электрических и магнитных полей являются воздушные линии электропередачи напряжением 110 кВ [1].

Результаты ретроспективного анализа заболеваемости болезнями нервной системы населения, проживающего в зоне воздействия низкочастотных электрических и магнитных полей от воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ, выполненного специалистами нашего центра в рамках отраслевой научно-технической программы «Гигиеническая безопасность», отражены в настоящей статье.

Цель исследования — изучение возможного влияния низкочастотных электрических и магнитных полей, создаваемых воздушными линиями электропередачи, на состояние нервной системы населения, проживающего в зоне их влияния.

Исследованиями, проведенными специалистами нашего центра ранее, установлено, что зона влияния воздушных линий электропередачи напряжением 110 кВ, то есть зона, где уровни электрических и магнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц выше фоновых уровней (для напряженности электрического поля — 5 В/м, для магнитной индукции магнитного поля — 115 нТл), составляет 70 м по обе стороны от воздушной линии электропередачи. Для изучения заболеваемости были сформированы две группы населения: экспонируемая (население домов, находящихся на расстоянии до 70 м от воздушных линий электропередачи) и контрольная (население домов, находящихся на расстоянии более 70 м от воздушных линий электропередачи). Изучение заболеваемости болезнями нервной системы с кодами МКБ-10 *G00-G99* проводилось по данным 8 поликлиник г. Минск. Проанализированы данные обращаемости за амбулаторной медицинской помощью за 10 лет (2010–2019 гг.). Изучалась только первичная заболеваемость. Численность экспонируемой группы составила от 4701 человека в 2010 г. до 4833 человек в 2019 г., контрольной — от 4763 человек в 2010 г. до 4672 человек в 2019 г. Доля женщин в экспонируемой группе составила от 57,16% в 2010 г. до 57,00% в 2019 г., в контрольной — от 56,64% в 2010 г. до 56,38% в 2019 г. Кроме того, население, относящееся к экспонируемой и контрольной группам, было разделено по возрастному составу следующим образом: 18–30 лет, 31–40 лет, 41–50 лет, 51–60 лет, 61–70 лет, 71–80 лет, ≥81 года.

Данные заболеваемости обрабатывались в программах STATISTICA 12 и Microsoft Excel.

Структурный анализ нозологий класса *VI. Болезни нервной системы (G00-G99)* показал, что наиболее часто регистрировавшимися заболеваниями являются заболевания, относящиеся к блоку *G50-G59 Поражения отдельных нервов, нервных корешков и сплетений* (71% заболеваний в экспонируемой группе и 72% в контрольной группе). 29% заболеваний в экспонируемой группе и 28% заболеваний в контрольной группе приходятся на другие нозологии класса *VI. Болезни нервной системы (G00-G99)*.

Средние (за период 2010–2019 гг.) показатели заболеваемости болезнями нервной системы населения в экспонируемой и контрольной группах изображены на рисунке 1 и рисунке 2. Линии тренда этих графиков указывают на увеличение уровня заболеваемости с возрастом. Самый высокий показатель заболеваемости (10,32 случая на 1000 населения) отмечается у женщин экспонируемой группы в возрасте от 61 года до 70 лет. В контрольной группе самый высокий показатель заболеваемости — среди женщин в возрасте от 51 года до 60 лет (9,32 случая на 1000 населения). Среди мужчин экспонируемой и контрольной групп самые высокие показатели заболеваемости тоже выявлены в разных возрастных группах: в экспонируемой — 71–80 лет (12,53 случая на 1000 населения, в контрольной — 61–70 лет (10,61 случая на 1000).

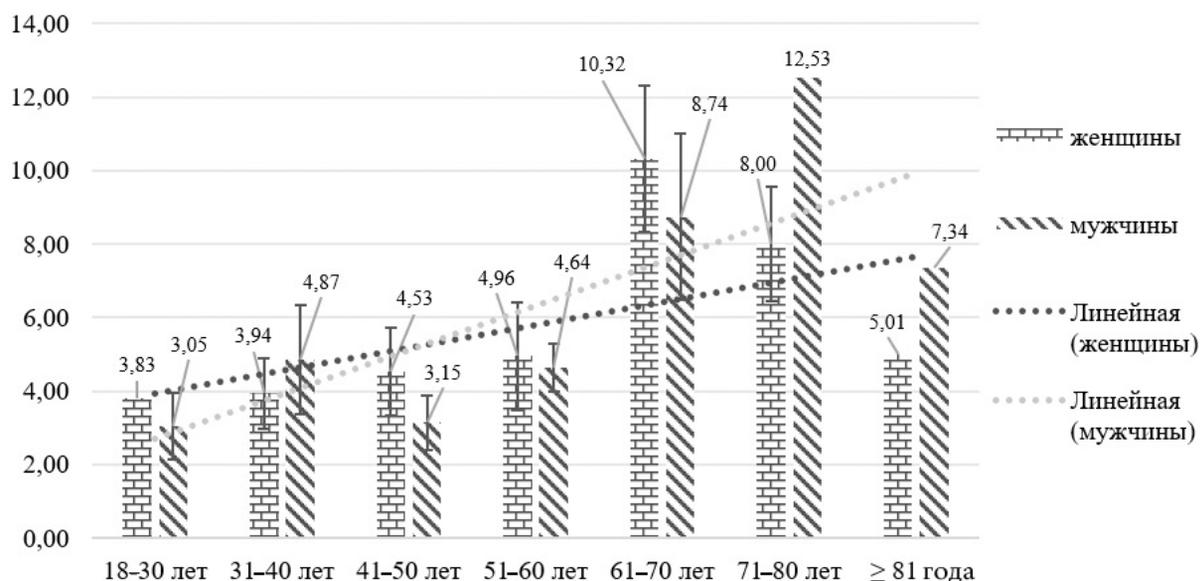
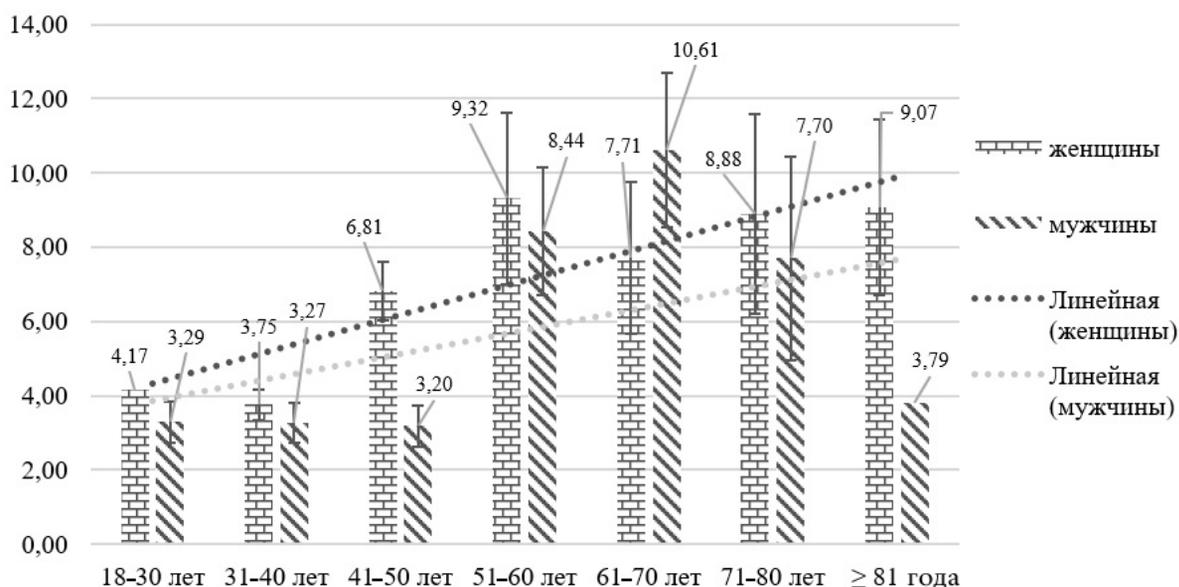


Рисунок 1. — Показатели заболеваемости болезнями нервной системы в экспонируемой группе (среднемноголетнее значение за период 2010–2019 гг., случаев на 1000 населения)



**Рисунок 2. — Показатели заболеваемости болезнями нервной системы в контрольной группе (среднемноголетнее значение за период 2010–2019 гг., случаев на 1000 населения)**

Сравнение заболеваемости населения по группам болезней нервной системы в экспонируемой и контрольной группах и проверка достоверности различий проводились с помощью двух методов: t-критерия Стьюдента для двух независимых выборок (параметрический метод, для выборок с нормальным распределением) и U-критерия Манна–Уитни (непараметрический метод для выборок с распределением, отличающимся от нормального) [2, 3].

Использование t-критерия Стьюдента для двух независимых выборок и U-критерия Манна–Уитни тоже требует принятия нулевой гипотезы. Однако в этих случаях нулевая гипотеза означает отсутствие различий между двумя независимыми группами. Если рассчитанное значение U меньше или равно табличному значению U, нулевая гипотеза опровергается (принимается альтернативная гипотеза о наличии различий между двумя независимыми группами). Две сравниваемые группы содержат 10 значений, а при  $n = 10$  табличное значение U равно 23 ( $p = 0,05$ ). Интерпретация результатов проверки достоверности различий двух выборок при использовании t-критерия отличается от U-критерия: если рассчитанное значение t-критерия меньше табличного значения, принимается нулевая гипотеза. Число степеней свободы (f) рассчитывается следующим образом: от суммы значений двух выборок отнимают 2. Сумма значений исследуемых выборок равна 20, табличное значение t-критерия равно 2,101.

Показатели заболеваемости болезнями нервной системы во всех возрастных группах среди женщин не различаются с достоверностью в 95% (нулевая гипотеза верна). Сравнение показателей заболеваемости среди мужчин возрастной группы 51–60 лет выявило различия между ними (с достоверностью в 95% заболеваемость в контрольной группе выше, чем в экспонируемой). Во всех остальных возрастных группах среди мужчин различий не обнаружено (таблица 1).

**Таблица 1. — Значения t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна–Уитни, полученные при сравнении показателей заболеваемости болезнями нервной системы в экспонируемой и контрольной группах**

Возрастная группа, пол	Используемый критерий, $p = 0,05$	
	t-критерий Стьюдента	Полученное значение U
18–30 лет, женщины	–	46
31–40 лет, женщины	0,19	–
41–50 лет, женщины	1,80	–
51–60 лет, женщины	1,70	–
61–70 лет, женщины	1,02	–
71–80 лет, женщины	0,31	–

Возрастная группа, пол	Используемый критерий, $p=0,05$	
	t-критерий Стьюдента	Полученное значение U
≥81 года, женщины	–	29
18–30 лет, мужчины	0,23	–
31–40 лет, мужчины	1,06	–
41–50 лет, мужчины	0,05	–
51–60 лет, мужчины	2,16*	–
61–70 лет, мужчины	0,64	–
71–80 лет, мужчины	–	36
≥81 года, мужчины	–	46

\*Значение расчетного t-критерия Стьюдента больше табличного значения.

Далее более детально были изучены уровни заболеваемости нозологиями, относящимися к блоку G50-G59 Поражения отдельных нервов, нервных корешков и сплетений. По итогам анализа было выявлено, что заболеваемость нозологиями, относящимися к блоку G50-G59 Поражения отдельных нервов, нервных корешков и сплетений с достоверностью 95 % выше среди женщин контрольной группы в возрасте от 41 года до 50 лет (таблица 2).

Таблица 2. — Значения t-критерия Стьюдента и U-критерия Манна–Уитни, полученные при сравнении показателей заболеваемости артериальной гипертензией в экспонируемой и контрольной группах

Возрастная группа, пол	Используемый критерий, $p=0,05$	
	t-критерий Стьюдента	U-критерий Манна–Уитни
18–30 лет, женщины	–	43
31–40 лет, женщины	0,26	–
41–50 лет, женщины	2,39*	–
51–60 лет, женщины	1,42	–
61–70 лет, женщины	–	38
71–80 лет, женщины	0,20	–
≥81 года, женщины	–	26
18–30 лет, мужчины	0,16	–
31–40 лет, мужчины	0,90	–
41–50 лет, мужчины	0,79	–
51–60 лет, мужчины	1,96	–
61–70 лет, мужчины	0,51	–
71–80 лет, мужчины	–	47
≥81 года, мужчины	–	40

\*Значение расчетного t-критерия Стьюдента больше табличного значения.

На основании проведенного исследования заболеваемости населения по группам болезней нервной системы за период 2010–2019 гг. можно сделать следующие выводы:

1. Наиболее часто регистрируемые нозологии класса VI. *Болезни нервной системы (G00-G99)* относятся к блоку G50-G59 Поражения отдельных нервов, нервных корешков и сплетений (71 % заболеваний в экспонируемой группе и 72 % в контрольной группе).

2. Показатели заболеваемости болезнями нервной системы исследуемых групп населения во всех возрастных группах среди женщин не различаются с достоверностью в 95 %. При сравнении показателей заболеваемости среди мужчин исследуемых групп наблюдается аналогичная ситуация, за исключением возрастной группы от 51 года до 60 лет (здесь заболеваемость в контрольной группе выше с достоверностью 95 %). Показатели заболеваемости преимущественно не отличаются от общереспубликанских [4]. Изучение различий между показателями заболеваемости нозологиями, относящимися к блоку G50-G59 Поражения отдельных нервов, нервных корешков и сплетений, выявило

таковые только среди женщин в возрасте от 41 года до 50 лет (заболеваемость в контрольной группе оказалась достоверно выше).

3. Таким образом, результаты настоящего исследования не выявили статистически достоверных различий по показателям заболеваемости, указывающих на наличие значимого воздействия на состояние нервной системы низкочастотных электрических и магнитных полей, создаваемых воздушными линиями электропередачи в условиях городской застройки.

## Литература

1. *Панькова, Д. Н.* Оценка электромагнитной обстановки на энергетических объектах и в быту / Д. Н. Панькова // Вестн. Амур. гос. ун-та. Серия : Естественные и экономические науки. — 2009. — № 45. — С. 47–50.

2. Статистические методы. Проверка отклонения распределения вероятностей от нормального распределения : ГОСТ Р ИСО 5479–2002. — Введ. 01.07.2002. — М. : Госстандарт России, 2002. — 31 с.

3. *Медик, В. А.* Руководство по статистике в медицине и биологии : в 2 т. / В. А. Медик, Б. Б. Фишман, М. С. Токмачев; под ред. Ю. М. Комарова. — М. : Медицина, 2001. — 352 с.

4. Здоровоохранение в Республике Беларусь : офиц. стат. сб. за 2019 г. — Минск : ГУ «РНПЦ МТ», 2020. — 257 с.

Поступила 09.11.2020

## АНАЛИЗ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ НА ОСНОВЕ МЕХАНИЗМА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

*Марасанов А. В., к. б. н., AMarasanov@cspmz.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства, г. Москва, Россия

Для определения влияния факторов среды обитания на состояние здоровья человека принято использовать методологию оценки риска, рассматриваемую сегодня как эффективный инструмент профилактической медицины.

Понятие риска для здоровья Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ, 1978) определяет как «ожидаемую частоту нежелательных эффектов, возникающих от заданного воздействия загрязнителя», а Американское Агентство Охраны Окружающей Среды (EPA US) характеризует его как «вероятность повреждения, заболевания или смерти при определенных обстоятельствах».

В настоящее время критерием риска здоровью от влияния факторов среды обитания является соответствие величин измеренных концентраций предельно допустимым концентрациям (далее — ПДК). Однако сами ПДК существуют для ограниченного числа химических веществ. Кроме того, в результате спонтанных реакций между исходными веществами возникают новые комплексные соединения, для которых отсутствует не только ПДК, но и методика определения [1]. При этом влияние негативных факторов экологии и образа жизни обуславливает рост заболеваемости, сокращает продолжительность жизни. Особенно обращает на себя внимание то, что наряду со специфическими заболеваниями, вызванными воздействием того или иного фактора среды обитания, выявлено значительное число заболеваний и синдромов, не имеющих непосредственной этиологической связи с воздействием факторов среды обитания. Одни и те же уровни загрязнения среды обитания дают часто далеко не однозначную реакцию как у населения в целом, так и у одного и того же человека.

Известно, что высокие уровни факторов среды обитания разрушают физиологический адаптационный процесс, так как выводят организм на уровни стресс-реагирования.

Концептуально перечислены факторы, от которых зависит, в каком именно органе возникнут патологические изменения [2]:

1. Генетический фактор биологической предрасположенности.
2. Внешние факторы предрасположенности органа к развитию нарушений.
3. Специфические структуры, вовлеченные в процессы физиологической реактивности.
4. Степень вовлеченности органа в психофизиологическую реакцию, которая характеризуется интенсивностью, частотой и длительностью воздействия на орган [3].

Sternbach (1966) ввел понятие стереотипности реакций на разнообразные стрессорирующие факторы, рассматривая этот феномен как «предрасположенный набор реакций». Стереотипность реакций представляет собой разновидность теорий «слабого звена» или «слабого органа» психосоматического заболевания вследствие избыточно частой, интенсивной и (или) длительной активации.

Однако вопрос о способе, которым организм человека особым образом выбирает, на какой орган воздействует стрессовая реакция, остается открытым для размышлений [2] до настоящего времени.

Выявление факторов риска здоровью человека актуально для улучшения эффективности работы учреждений здравоохранения по проведению лечебных, реабилитационных, профилактических мероприятий.

Целью настоящей работы является раскрытие механизма влияния факторов среды обитания на организм человека в интересах развития профилактической медицины, сохранения населения, здоровья и благополучия людей.

Для достижения поставленной цели необходимо пересмотреть фундаментальные понятия, лежащие в основе теоретического аппарата, который применяется для оценки риска здоровью и борьбы с болезнями, необходимо найти новые способы решения вопросов, которые действительно имеют значение с практической точки зрения.

Внимание привлекли концепция постоянства внутренней среды организма (С. Bernard, 1878), принцип гомеостазиса (W. B. Cannon, 1929, 1932) и системный подход в области физиологии высшей нервной деятельности [4]. П. К. Анохин, создавший теорию функциональных систем, писал: «Любая функциональная система, врожденная или динамически складывающаяся в данной ситуации, непременно обладает чертами саморегуляции с характерными только для нее узловыми механизмами» [4]. Связь идей П. К. Анохина с представлениями К. Бернара и У. Кеннона отмечается в ряде научных публикаций. Отсюда приходим к очевидному выводу: гомеостазисная реакция — это адаптивная тенденция организма к поддержанию баланса своего функционального состояния.

Поэтому, рассматривая здоровье человека как единство его клинического и функциональных компонентов, необходимо уделить внимание теоретическим аспектам адаптационных процессов организма.

Механизм адаптивного реагирования, представленный в основе детерминационной теории медицины, предложенной Ю. П. Лисицыным и В. П. Петленко, включает общеполитический анализ детерминизма, теорию организма (гомеостатический детерминизм), теорию развития (эволюционный детерминизм), теорию адаптации (экологический детерминизм), теорию реактивности (адаптивный детерминизм) и теорию личности (психосоматический детерминизм).

В данной работе понятие гомеостаза включает не постоянство внутренней среды в его традиционном понимании, а вектор состояния его системных функциональных единиц (СФЕ) в оптимальном режиме.

Систему «человек — среда обитания» можно представить в следующем виде:

$$S \equiv (A, Q_A, R, Q_R, Z, SR, Q_{SR}), \quad (1)$$

или

$$S \equiv [\{a_i(q_i)\} \& \{r_{ij}(q_{ij})\} \& \{z_i\} \& \{sr_i\}], \quad (2)$$

def

где  $a_i \in A, q_i \in Q_A, r_{ij} \in R, q_{ij} \in Q_R, z_i \in Z_A, sr_i \in SR$ ;

$a_i$  — элементы вектора состояния СФЕ организма человека —  $A$ ;

$q_i$  — элементы вектора свойств СФЕ организма человека —  $Q_A$ ;

$r_{ij}$  — элементы матрицы межсистемных взаимодействий СФЕ организма человека —  $R$ ;

$q_{ij}$  — элементы матрицы свойств элементов матрицы  $R$ ;

$z_i$  — элементы вектора цели (полезного результата жизнедеятельности — здоровья) —  $Z_A$ ;

$sr_i$  — элементы вектора среды обитания человека —  $SR$ ;

$qsr_i$  — элементы вектора специфической направленности среды обитания человека —  $Q_{SR}$ ;

$i, j$  — порядковые номера элементов векторов, матриц.

Целостность организма обусловлена структурой и функциональной связью всех его СФЕ, состоящих из дифференцированных, высокоспециализированных клеток, объединенных в структур-

ные комплексы, обеспечивающие морфологическую основу проявлений жизнедеятельности организма. «Представление о моделях развития болезней ориентирует не столько на борьбу с внешними причинами, что для всех самоочевидно, сколько на противодействие внутренним механизмам возникновения болезней» (В. М. Дильман).

Свойства СФЕ указывают на принадлежность к органному уровню представления организма. Все СФЕ организма человека находятся в постоянном взаимодействии и образуют саморегулирующуюся систему. В интересах анализа риска здоровью, для цифрового моделирования процессов в системе «человек — среда обитания», модель организма человека должна включать информацию о свойствах матрицы межсистемных (условно-рефлекторных) взаимодействий, в качестве которых необходимо установить величины корреляционных связей между СФЕ, отражающие правила направленности (знак корреляции) взаимодействия СФЕ (тонизирование, ингибирование) и силу (величину корреляции) взаимодействия. Целью саморегулирования является достижение СФЕ оптимальных значений напряжений регуляции их функционирования. Оптимальная величина напряжения регуляции каждой СФЕ организма является нормой ее реакции. В соответствии с этим элементы вектора цели жизнедеятельности организма человека должны быть представлены нормами реакции СФЕ организма, которые соответствуют функциональным (фенотипическим) системообразующим особенностям индивида, критерию его здоровья. Задача здоровьесбережения заключается в минимизации отклонения параметров текущей активности СФЕ организма от их норм реакции.

В норме взаимодействие систем реализуется в соответствии с принципом взаимосодействия (П. К. Анохин), соответствующим физиологическому режиму функционирования организма. При действии стресс-факторов в организме развивается рефлекторная реакция в интересах восстановления оптимальности уровней функционирования систем организма (гомеостазисная реакция организма), инициируемая неспецифической реакцией [5]. В соответствии с этим обратим внимание на некоторую неточность, встречающуюся в массе публикаций, касающихся влияния факторов среды на организм человека. Организм фактически не уравнивается с факторами среды, а рефлекторно формирует напряжение регуляции своих СФЕ с целью уравнивания относительно паттерна норм своих реакций, поддерживая тем самым свой эндоэкологический статус. На эту особенность обращали внимание К. В. Судачков, В. Г. Зилов, О. И. Эпштейн. Уменьшая энтропию отклонений своих СФЕ от норм их реакций, организм повышает свою жизнеспособность (А. Kolchinsky, D. H. Wolpert, 2018). Такая особенность при прогнозировании состояния организма не требует использования результатов исследования влияния огромного перечня факторов на организм человека. Достаточным является контроль отклонений СФЕ от норм своих реакций. Этим объясняется эффективность подхода к анализу риска здоровью на основе раскрытия механизма влияния факторов среды обитания на организм человека.

Перейдем к обсуждению представленного выше подхода. При межсистемном взаимодействии в условиях действия стресс-факторов система с наибольшей нормой реакции (существенная система), доминируя в процессе развития гомеостазисной реакции, может оказывать значимое тонизирование или ингибирование других СФЕ. Данный факт с учетом направленности взаимодействия (ингибирование, тонизирование) имеет значение для понимания патогенеза заболеваний, их целенаправленной профилактики и лечения. При высокой интенсивности, частоте и длительности воздействия на СФЕ наибольшую предрасположенность к такому влиянию имеют системы с низкой нормой реакции, так как вероятность угнетения их уровня функционирования доминирующими системами организма выше. Процессы истощения ресурсов систем с низкой нормой реакции в таких условиях могут превышать процессы восстановления их ресурсов.

Роль существенной системы сопоставима с ролью центральной нервной системы (ЦНС) при развитии неспецифической стресс-реакции. Комплексный учет механизмов формирования гомеостазисной и неспецифической реакции необходим в интересах выявления предрасположенности к структурным изменениям морфологической основы проявлений деятельности СФЕ организма, а значит и для эффективной профилактики функциональных нарушений в организме. Кроме системы, с высокой вероятностью предрасположенной к патологическим изменениям, фенотипическая модель организма одновременно выявляет и причинно-следственную связь возникновения в ней функциональных негативных изменений, указывая в качестве причины высокие уровни функционирования существенной и (или) центральной нервной системы организма. Значимость этой технологии для прогнозирующей медицины подчеркивается тем, что функциональные изменения в организме происходят раньше структурных.

Тесная взаимосвязь и взаимозависимость гомеостазисных «адаптационных реакций» (функциональных) и «адаптационных изменений» (структурных изменений органов и систем организма) открывает возможность раннего прогнозирования и профилактики формирующихся патологических структурных изменений СФЕ. Для оценки функционального состояния любых систем необходимо выполнить сравнение актуальных результатов измерений параметров функций с тем, что соответствует биологической потребности индивида (т. е. с нормами реакции), учитывать особенности взаимодействия систем [5]. Ввиду того, что персональные нормы реакции рассчитываются с помощью информационных технологий, появляется возможность оперативного прогнозирования предрасположенности к заболеваниям на донологической стадии состояния организма.

В заключение внесем корректировку в приведенное выше концептуальное перечисление факторов, от которых зависит, в каком именно органе возникнут патологические изменения.

1. Фенотипический и генетический факторы биологической предрасположенности.
2. Эндогенные и внешние факторы предрасположенности органа к развитию нарушений.
3. Специфические структуры, вовлеченные в процессы физиологической реактивности:
  - а) существенная и центральная нервная система в процессе гомеостазисной реакции организма;
  - б) межсистемное взаимодействие (направленность (тонизирование, ингибирование) и соотношение активности СФЕ);
  - в) специфические СФЕ, вовлеченные в поведенческую деятельность.
4. Степень вовлеченности СФЕ в психофизиологическую реакцию, которая характеризуется интенсивностью, частотой и длительностью воздействия на орган.

Рассмотренный механизм влияния факторов среды обитания на организм человека соответствует механизму патологического процесса развития хронических неинфекционных заболеваний, процессам старения организма. Без раскрытия внутренних условий причинного взаимодействия СФЕ не может быть раскрыта причина нормального и патологического процесса.

Выявление и оценка факторов риска развития неблагоприятных функциональных изменений у человека на индивидуальном уровне являются важным этапом дальнейшего углубления профилактической направленности медицины.

Представленный подход к анализу рисков здоровью дает профилактической медицине ключ к управлению персонализированными рисками и связанными с ними вероятными заболеваниями, влияние которых теперь можно выявить, оценить, устранить, предотвратить или предельно снизить до безопасного, приемлемого уровня.

## Литература

1. Агаджанян, Н. Экология, здоровье и перспективы выживания // Зеленый мир. — 2004. — № 13–14. — С. 10–14.
2. Everly, Jr. The Nature and Treatment of the Stress Response / Jr. Everly, R. Rosenfeld. — New York : Springer; US, 1981. — 215 с.
3. Lachman, S. Psychosomatic disorders: A behavioristic interpretation / S. Lachman. — New York : Wiley, 1972. — 222 p.
4. Анохин, П. К. Очерки по физиологии функциональных систем / П. К. Анохин. — М. : Медицина, 1975. — 446 с.
5. Марасанов, А. В. Феномика. Этиология функциональных состояний организма человека при действии факторов окружающей среды / А. В. Марасанов, Е. А. Вальцева // Гигиена и санитария. — 2017. — Т. 96, № 10. — С. 1004–1006.

Поступила 28.10.2020

# ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА КАЧЕСТВА АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕГИОНА С ОДНОВРЕМЕННЫМ РАЗМЕЩЕНИЕМ КРУПНОГО АЛЮМИНИЕВОГО И ДЕРЕВООБРАБАТЫВАЮЩЕГО ПРОИЗВОДСТВ

<sup>1</sup>Пережогин А. Н., alexperezhogin1964@gmail.com,

<sup>2</sup>Землянова М. А., д. м. н., zem@fcisk.ru,

<sup>2</sup>Кольдибекова Ю. В., к. б. н., koldibekova@fcrisk.ru

<sup>1</sup>Федеральное казенное учреждение здравоохранения «Иркутский ордена Трудового Красного Знамени научно-исследовательский противочумный институт Сибири и Дальнего Востока» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Иркутск, Россия

<sup>2</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере прав потребителей и благополучия человека, г. Пермь, Россия

В городах, где сосредоточены крупные промышленные объекты со значительными массами выбросов пылегазовых смесей в границах или вблизи жилых районов, наблюдается стабильно низкое качество атмосферного воздуха [1]. Целым рядом исследований показано, что зачастую в зоне аэрогенной экспозиции химических веществ оказывается большое количество населения и регистрируются множественные и разнообразные ответы со стороны здоровья граждан [2–5]. Приоритетными веществами, формирующими высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха регионов с размещением одновременно крупного алюминиевого и деревообрабатывающего производств, являются бенз(а)пирен, формальдегид, взвешенные вещества, фтористый водород, дигидросульфид, сероводород, хлористый водород, металлы (в том числе никель, медь, алюминий, хром (VI)), ароматические углеводороды и прочие, относящиеся преимущественно к 1–2 классу опасности. Перечисленные вещества обладают тропностью воздействия на органы дыхания, сердечно-сосудистую, костную, нервную и эндокринную системы, почки, органы пищеварения.

Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха селитебной застройки в зоне влияния выбросов предприятий металлургического и деревообрабатывающего профиля выполнена в соответствии с ГН 2.1.6.3492–17 «Предельно допустимые концентрации (далее — ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» по результатам мониторинговых наблюдений, выполняемых в рамках СГМ за период 2014–2018 гг. по 19 химическим веществам, в том числе по 5 общераспространенным примесям: взвешенные вещества, диоксид азота, оксид азота, диоксид серы, оксид углерода и 13 специфическим: бенз(а)пирен, формальдегид, фторид водорода, твердые растворимые фториды, бензол, ксилол, фенол, этилбензол, тяжелые металлы (хром, марганец, никель, медь, свинец). Объем исследований составил 10 307 тыс. проб, в том числе 8201 тыс. разовых и 2106 тыс. суточных проб атмосферного воздуха.

В качестве исходных данных для анализа динамики общей и первичной заболеваемости детского населения использовали данные государственной статистической отчетности — Форма 12 «Сведения о числе заболеваний, зарегистрированных у пациентов, проживающих в районе обслуживания медицинской организации» за 2014–2018 гг.

Цель исследования — гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и динамики заболеваемости детского населения региона с размещением крупного алюминиевого и деревообрабатывающего производств.

Результаты выполненных исследований показали, что уровень загрязнения атмосферного воздуха территории с размещением промышленных объектов алюминиевого и деревообрабатывающего профиля характеризуется как «очень высокий»<sup>1</sup>, что обусловлено значительным содержанием бенз(а)пирена, формальдегида, взвешенных веществ, фторида водорода. По данным мониторинговых наблюдений, в 2018 г. среднегодовые концентрации превышали допустимые гигиенические нормативы по взвешенным веществам и формальдегиду — в 1,5 раза, по бенз(а)пирену — в 6,2 раза. В 2018 г. максимальные разовые концентрации диоксида азота достигали

<sup>1</sup> Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Иркутской области в 2018 году». — Иркутск: ООО «Мега-принт», 2019 — 307 с.: ил.

3,6 ПДК<sub>мр</sub>, формальдегида — 2,0 ПДК<sub>мр</sub>, фторида водорода — 1,8 ПДК<sub>мр</sub>, оксида углерода — 1,6 ПДК<sub>мр</sub>, сероводорода — 1,3 ПДК<sub>мр</sub>, взвешенных веществ — 1,2 ПДК<sub>мр</sub>.

Оценка качества атмосферного воздуха за период 2014–2018 гг. показала, что средние концентрации алюминия, взвешенных веществ, гидроксibenзола (фенола), формальдегида и фтористых газообразных соединений превысили предельно допустимую среднесуточную концентрацию (ПДК<sub>сс</sub>) в среднем за 5 лет от 1,70 до 3,01 раза. Кроме этого, в анализируемый период наблюдались превышения предельно допустимых максимальных из разовых концентраций (ПДК<sub>мр</sub>) бензола (в среднем до 1,8 раза), взвешенных веществ (до 4,6 раза), гидроксibenзола (фенола) (до 9,5 раза), диметилбензола (ксилола) (до 2,7 раза), формальдегида (до 1,6 раза), фтористых газообразных соединений (до 7,0 раза), этилбензола (9,6 раза) (таблица 1).

Таблица 1. — Средние концентрации и максимальные из разовых загрязняющих веществ в атмосферном воздухе территории с размещением предприятий алюминиевого и деревообрабатывающего профиля за период 2014–2018 гг., доли ПДК

Наименование вещества	Средние концентрации за период доли ПДК <sub>сс</sub>	Максимальные из разовых концентраций, доли ПДК <sub>мр</sub>
Алюминий	2,00	–
Бенз(а)пирен	0,01	–
Бензол	0,09	1,77
Взвешенные вещества	3,01	4,60
Гидроксibenзол (фенол)	0,84	9,50
Диметилбензол (ксилол)	–	2,74
Марганец	0,07	–
Метанол	0,01	0,18
Никель	0,03	–
Свинец	0,33	–
Сера диоксид	0,57	0,29
Формальдегид	1,69	1,56
Фториды неорганические плохо растворимые	0,06	0,13
Фтористые газообразные соединения	1,73	7,00
Хром <sup>6+</sup>	0,01	–
Этилбензол	–	9,55

Детальный морфометрический и химический анализ взвешенных частиц в исследованных пробах атмосферного воздуха показал, что средняя концентрация частиц РМ<sub>10</sub> составила 0,68 мг/м<sup>3</sup> (11,3 ПДК<sub>сс</sub>), частиц РМ<sub>2,5–0,37</sub> мг/м<sup>3</sup> (10,6 ПДК<sub>сс</sub>). Морфометрический состав взвешенных частиц представлен преимущественно частицами размером до 2,5 мкм (суммарная доля 41 %) по форме, близкой к призме. В химическом составе частиц преобладают оксиды кремния, алюминия, хрома, марганца, никеля, титана (суммарная доля до 92 %).

Неудовлетворительное качество атмосферного воздуха в жилой застройке в зоне влияния выбросов предприятий алюминиевого и деревообрабатывающего профиля может выражаться в росте заболеваемости со стороны органов дыхания, органов пищеварения, костно-мышечной системы и соединительной ткани, мочеполовой системы, что подтверждает анализ динамики общей и первичной заболеваемости среди детского населения за 2014–2018 гг. (таблица 2).

Таблица 2. — Динамика показателей общей и первичной заболеваемости детского (0–14 лет) населения территории с размещением предприятий алюминиевого и деревообрабатывающего профиля в разрезе основных классов болезней за 2014–2018 гг.

Класс болезней по МКБ-10	Общая заболеваемость, сл. на 1000 населения		Первичная заболеваемость, сл. на 1000 населения	
	Среднее значение 2014–2018 гг.	Темп прироста к 2014 г., %	Среднее значение 2014–2018 гг.	Темп прироста к 2014 г., %
J00-J99 Болезни органов дыхания	1756,16	-9,06	2370,35	-54,97
I00-I99 Болезни системы кровообращения	8,48	41,91	4,39	38,08
K00-K93 Болезни органов пищеварения	355,99	273,91	174,62	118,18
M00-M99 Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани	115,97	36,37	50,22	43,58
G00-G99 Болезни нервной системы	89,66	6,25	40,61	-1,09
H00-H59 Болезни глаза и его придаточного аппарата	167,22	36,46	75,32	-7,73
H60-H95 Болезни уха и сосцевидного отростка	56,19	3,88	49,00	0,65
N00-N99 Болезни мочеполовой системы	91,28	19,23	54,98	44,97
E00-E90 Болезни эндокринной системы, расстройства питания и нарушения обмена веществ	70,02	58,89	30,84	9,27
A00-B99 Некоторые инфекционные и паразитарные болезни	83,52	-1,37	83,50	-1,46
C00-D98 Новообразования	14,20	9,14	6,16	12,41
D50-D89 Болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	25,69	-31,83	12,14	-52,06
L00-L99 Болезни кожи и подкожной клетчатки	67,32	1,93	44,99	2,31
Q00-Q99 Врожденные аномалии (пороки развития), деформации и хромосомные нарушения	55,18	3,91	16,42	-24,07
Всего заболеваний	3117,28	11,58	2468,03	-2,71

В целом за анализируемый период показатели общей и первичной заболеваемости детского населения менялись незначительно, однако ряд классов заболеваний показывал значительные темпы прироста. Так, прирост показателей общей заболеваемости детского населения за 5 лет установлен для следующих классов болезней: болезни органов пищеварения (273,91 %); болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (36,37 %); болезни глаза и его придаточного аппарата (36,46 %); болезни мочеполовой системы (19,23 %). Анализ классов болезней, вносящих наибольший вклад в первичную заболеваемость детского населения, показал тенденцию к приросту заболеваний мочеполовой системы (44,97 %) и заболеваний органов пищеварения (118,18 %).

При анализе общей заболеваемости в разрезе отдельных нозологических форм установлено, что наибольшие темпы прироста отмечены по следующим нозологиям: гастрит и дуоденит (173,68 %); хронические болезни миндалин и аденоидов, перитонзиллярный абсцесс (45,62 %); остеопатии и хондропатии (38,23 %). Темпы убыли отмечены по следующим нозологиям: бронхит хронический и неуточненный, эмфизема (59,54 %); бронхиальная астма (33,75 %); болезни желчного пузыря и желчевыводящих путей (14,49 %). Анализ первичной заболеваемости детского населения в разрезе отдельных нозологий показал, что наибольшие темпы прироста были среди следующих нозологических форм: остеопатии и хондропатии (190,06 %); гломерулярные, тубулоинтерстициальные болезни почек, другие болезни почек и мочеочника (71,72 %). Наибольшие темпы убыли отмечены по показателям заболеваемости: бронхит хронический и неуточненный, эмфизема (73,33 %); астма (52,38 %).

Дальнейшие исследования по установлению связей в системе «среда — здоровье» позволят определить у детского населения классы болезней, отрицательная динамика которых обусловлена негативным воздействием высоких уровней комплекса химических факторов загрязнения атмосферного воздуха, что является необходимым для разработки рекомендаций по мероприятиям, направленным на обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения регионов с одновременным размещением крупных промышленных объектов алюминиевого и деревообрабатывающих производств.

## Литература

1. Комплексная оценка эффективности митигации вреда здоровью на основе теории нечетких множеств при планировании воздухоохраных мероприятий / Н. В. Зайцева [и др.] // Анализ риска здоровью. — 2020. — № 1. — С. 25–37.
2. Клюев, Н. Н. «Грязные» города России: факторы, определяющие загрязнение атмосферного воздуха / Н. Н. Клюев, Л. М. Яковенко // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. — 2018. — Т. 26, № 2. — С. 237–250.
3. Effects of long-term exposure to air pollution on natural-cause mortality: an analysis of 22 European cohorts within the multicentre ESCAPE project / R. Beelen [et al.] // Lancet. — 2014. — Vol. 383, № 9919. — P. 785–795.
4. Air pollution and child health: prescribing clean air [Electronic resource] / World Health Organization. — Mode of access: URL: <https://www.who.int/ceh/publications/air-pollution-child-health/en>. — Date of access: 10.09.2020.
5. Long-term effects of ambient air pollution on lung function: a review / T. Götschi [et al.] // Epidemiology. — 2008. — Vol. 19, iss. 5. — P. 690–701.

Поступила 28.10.2020

## АНАЛИЗ КОЛИЧЕСТВА КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ, ИСПОЛЬЗУЕМОЙ РАЗЛИЧНЫМИ ГРУППАМИ НАСЕЛЕНИЯ

*Петрова С. Ю., к. м. н., petrova524a@mail.ru,  
Ильюкова И. И., к. м. н., toxlab@mail.ru,  
Людчик П. В., palinaliudchik2001@gmail.com,  
Гомолко Т. Н., tgomolko@mail.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Парабены являются одними из наиболее часто используемых консервантов для подавления роста микрофлоры и продления срока хранения ряда потребительских товаров, в том числе косметической продукции. В рецептурах косметической продукции встречаются как отдельные сложные эфиры пара-гидроксibenзойной кислоты — 87%, так и смеси эфиров — 13%, при этом в косметических составах чаще встречаются метилпарабен, этилпарабен, пропилпарабен и бутилпарабен — более 80,0%, доля изобутилпарабена, изопропил-парабена, бензилпарабена, гептилпарабена составляет около 20% [1]. Вместе с тем парабены, поступающие в организм, могут оказывать негативное влияние на здоровье человека; например, при наружном использовании метил- и пропилпарабены способны вызывать аллергические контактные дерматиты, кожные раздражения, отмечено выраженное эстрогеноподобное действие у бутилпарабена и изобутилпарабена [2].

Вышеизложенное определяет актуальность проведения исследований по получению объективных данных для расчета нагрузки парабенами различных групп населения и последующей оценке риска здоровью населения, ассоциированного с комплексным поступлением парабенов в организм.

С помощью специально разработанных анкет проведено социологическое исследование, в результате которого определена частота использования отдельных видов косметической продукции четырьмя исследуемыми группами: взрослыми, беременными женщинами, подростками, детьми до 3 лет.

Опрос проводился по группам наиболее популярных косметических изделий: косметических гигиенических моющих средств; шампуней; очищающих средств для лица, средств для ухода за кожей лица; средств для ухода за кожей тела, рук и ног; средств для ухода за кожей головы и волос;

средств для окрашивания волос; изделий косметических для придания или устранения запаха; средств для бритья; изделий декоративной косметики; средств гигиены полости рта; изделий косметических для маникюра и педикюра; косметических салфеток.

В анкете использовались только закрытые вопросы с предложенными вариантами ответа, что позволило избежать неверной интерпретации результатов.

Для изучения потребления косметической продукции детским населением в возрасте до 3 лет разработана отдельно «Анкета для родителей», которая состояла из нескольких блоков вопросов; в частности, уточнено, какие средства косметической продукции использует потребитель, средства какого производителя он предпочитает и обращает ли внимание на состав косметической продукции, а именно на наличие в составе парабенов.

Общий размер выборки составил 400 человек (по 100 в каждой группе).

Группа «Взрослые» разделена на три подгруппы по возрасту: 18–29 лет, 30–49 лет, старше 50 лет, что позволило оценить различие в модели потребления косметической продукции в зависимости от возраста. Доля респондентов в возрасте от 18 до 29 лет составила 51 %, в возрасте от 30 до 49 лет — 38 %, в возрасте старше 50 лет — 11 %.

В ходе анкетирования лиц старше 18 лет (группа «Взрослые») установлено, что большинство опрошенных, независимо от пола, используют изделия косметические гигиенические моющие более 1 раза в день (94,59 % и 90,48 % мужчин и женщин соответственно). Существенных отличий между частотой использования изделий косметических гигиенических моющих и возрастом не выявлено.

В целом установлено, что женщины чаще пользуются косметической продукцией: данная тенденция более характерна для использования уходовой косметики (очищающие средства для лица, в том числе для демакияжа, средства для ухода за кожей лица и др.), а также для декоративной косметики. Все опрошенные респонденты использовали косметические изделия для устранения запаха (дезодоранты) и средства гигиены полости рта.

В ответах респонденты также указывали приблизительное количество используемой косметической продукции в день. Установлено, что наибольшее количество ежедневно наносимых косметических средств приходится на изделия косметические гигиенические моющие. Активнее всего среди средств по уходу за телом женщины используют крем для рук.

Различными средствами декоративной косметики пользуются более 97 % женщин, причем 76,19 % — несколько раз в день и 23,81 % — ежедневно. Самое востребованное средство декоративной косметики — помада, которую ежедневно используют 90 % женщин; 75 % каждый день используют тушь для ресниц. С наибольшей периодичностью применяется лак для ногтей. 78 % опрошенных женщин предпочитают наносить его заново примерно 1–3 раза в неделю.

Современный отечественный рынок косметических средств представлен продукцией как отечественных, так и зарубежных производителей. В этом сегменте потребительских товаров работает более 20 белорусских предприятий. В то же время импортную продукцию поставляют более 370 предприятий.

Более половины (54 %) респондентов предпочитают использовать косметическую продукцию зарубежных производителей, поясняя, что при выборе косметики респондент оценивает целый комплекс показателей: цену, качество продукта, его внешний вид, место продажи, имидж, который складывается благодаря рекламе, сервис. Согласно полученной информации немаловажными критериями выбора косметических средств также являются органолептические показатели: запах, цвет, консистенция и дизайн упаковки (эстетическая привлекательность, престижный вид).

Утвердительно на вопрос «Изучаете ли Вы состав косметической продукции?» ответили 43 % респондентов, при этом внимание на состав, в том числе и на наличие в составе парабенов, обращают лишь 24 % респондентов, из них почти две трети — женщины, которые изучают состав, но не понимают, как его интерпретировать.

В настоящее время подростки становятся самостоятельными, активными, достаточно компетентными потребителями, нередко и материально независимыми. В этой связи стоит отметить, что при сравнении количества используемой косметической продукции в день взрослыми и подростками существенных отличий не выявлено.

Наибольшее количество составляют средства косметические гигиенические моющие (21,7 %), шампуни (10,3 %), косметические салфетки (9,7 %), средства для ухода за кожей тела, рук и ног (7,8 %). По 5 % составляют изделия декоративной косметики и средства для ухода за кожей головы и волос.

В ходе анкетирования беременных женщин было выявлено, что они используют меньше декоративной косметики (в том числе для окрашивания волос). В отношении уходовой косметики отличий от группы «Взрослые» не выявлено.

Также по данным опроса беременные женщины более внимательно относятся к выбору косметических изделий, что коррелируется с данными отечественной и зарубежной литературы: так, большинство беременных изучают состав косметических изделий и обращают внимание на наличие в них парабенов перед покупкой (79 % и 69 % респондентов соответственно).

Более 70 % родителей-респондентов изучают составы косметической продукции, используемой для детей, и 91 % респондентов-родителей пользуются специализированной косметикой для детей до 3 лет.

Установлено, что при уходе за ребенком чаще всего используются следующие средства: косметические салфетки и изделия косметические гигиенические моющие, так как детские салфетки удаляют загрязнения, сохраняют водно-липидную пленку, защищающую чувствительную кожу детей, также гигиенические салфетки некоторых фирм-производителей обладают антимикробным действием, увлажнены лосьонами или маслами и легко применимы. Применение изделий косметических гигиенических моющих жидкой консистенции пояснялось тем, что жидкие очищающие пенки, гели на кремовой основе, масла для ванн, содержащие различные добавки, более безопасны для кожи детей и не вызывают сухость.

Различий в предпочтениях косметической продукции для детей отечественных или зарубежных производителей не отмечено.

Полученные данные по частоте и объемам косметических средств, применяемых различными возрастными группами населения, будут использованы для расчета химической нагрузки парабенами при пероральном и чрескожном пути их поступления в организм.

## Литература

1. Сычик, С. И. Анализ содержания парабенов в парфюмерно-косметической продукции / С. И. Сычик, А. Д. Агамова, С. Ю. Петрова // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда», Минск, 14–15 ноября 2019 г. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Н. В. Дудчик (зам. гл. ред.) [и др.]. — Минск : РИВШ, 2019. — С. 302–305.

2. Final Amended Report on the Safety Assessment of Methylparaben, Ethylparaben, Propylparaben, Isopropylparaben, Butylparaben, Isobutylparaben, and Benzylparaben as used in Cosmetic Products // Int. J. of Toxicol. — 2008. — Vol. 27, Suppl. 4. — P. 1–82.

Поступила 12.11.2020

## ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ИНГИБИТОРОВ СИНТЕЗА ХОЛЕСТЕРИНА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ РЕЗУЛЬТАТОВ ФАРМАКОГЕНЕТИЧЕСКОГО ТЕСТИРОВАНИЯ

<sup>1</sup>Соловей С. П., к. м. н., доцент, [svetl.sol@mail.ru](mailto:svetl.sol@mail.ru),

<sup>1</sup>Денисевич Т. Л., [tatiana\\_leo@mail.ru](mailto:tatiana_leo@mail.ru),

<sup>1</sup>Бельская М. И., к. м. н., [Forrit\\_bu@mail.ru](mailto:Forrit_bu@mail.ru),

<sup>2</sup>Огурцова С. Э., к. б. н., [svetaogurtsova2011@mail.ru](mailto:svetaogurtsova2011@mail.ru)

<sup>1</sup>Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр «Кардиология», г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>2</sup>Государственное научное учреждение «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Состояние, при котором наблюдается длительное разнообразие генов, но при этом частота наиболее редко встречающегося гена в популяции больше одного процента, называется генетическим полиморфизмом. Поддержание его происходит за счет постоянной генной мутации и рекомбинации. От большого запаса полиморфизма зависит лучшая адаптация популяции к новой среде обитания. В настоящее время опубликовано большое количество работ и активно обсуждается роль генетических факторов, их влияние на эффективность и безопасность проводимой фармакотерапии. Применение современных фармакогенетических тестов для подбора индивидуальной дозы гиполипидемического средства приобретает все большую актуальность и широко изучается с позиций персонализированной медицины.

Во всем мире в структуре смертности взрослого населения лидируют болезни системы кровообращения, в том числе и в Республике Беларусь, составляя более половины (58,9 %) от общего числа умерших, и основное бремя среди всех нозологий приходится на ишемическую болезнь сердца (далее — ИБС), доля которой в 2019 г. составила 73,2 % от количества умерших по причине болезней кровообращения. Существует несколько групп лекарственных средств, доказавших свою эффективность в улучшении прогноза жизни пациента с ИБС, а также при применении в качестве первичной профилактики, когда сердечно-сосудистое заболевание еще не развилось. Речь идет об ингибиторах 3-гидрокси-3-метилглутарил-коэнзим А (ГМГ-КоА) редуктазы — статинах, которые помимо ингибирования синтеза и нормализации уровня холестерина (далее — ХС) в крови обладают рядом так называемых плейотропных эффектов, не менее, а порой более важных для организма. Накоплены огромные данные, свидетельствующие о возможности управлять с помощью статинов атеросклерозом, лежащим в основе болезней кровообращения. При этом для ангиографически диагностируемого торможения коронарного атеросклероза и начала его регресса требуется около 2–3 лет непрерывного лечения. Однако этот эффект зависит от достижения и длительного поддержания гиполипидемии.

Клинические исследования обозначили целевые уровни липопротеинов (далее — ЛП) в крови, ассоциированные с минимальным риском развития сердечно-сосудистых осложнений, и для каждой из четырех категорий риска установлен свой уровень ХС липопротеинов низкой плотности (далее — ЛПНП), к которому необходимо стремиться. К сожалению, следует признать, что реальное число получающих данную терапию и достигающих целевого показателя ХС ЛПНП очень отличается от того, что предлагается многими рекомендациями, по ряду как субъективных, так и объективных причин. Среди последних — существующая вариабельность ответа на действие статинов, выяснение причин которой представляется важным для достижения наилучших результатов в снижении сердечно-сосудистой заболеваемости и смертности. Одной из таких причин является влияние генетического полиморфизма ряда участников синтеза и обмена ЛП на выраженность эффекта статинов. Так, в результате фармакогенетических исследований ингибиторов ГМГ-КоА-редуктазы (AKROBATS, GEOSTAT-1, USP) выявлен ряд генов, мутации в которых приводят к изменению фармакологического ответа. С последним могут быть ассоциированы альтернативные аллельные варианты генов, кодирующие белки, принимающие участие в фармакокинетике и фармакодинамике препарата.

Блокируя синтез эндогенного ХС, статины стимулируют удаление ХС ЛПНП из крови, способствуют снижению уровня триглицеридов (далее — ТГ) и повышению ХС липопротеинов высокой плотности (далее — ХС ЛПВП). Одну из ключевых ролей в метаболизме ЛП играет белок (далее — СЕТР), переносящий эфиры ХС между частицами ЛП. В ЛПНП и ЛПВП под действием белка СЕТР появляются поры, соединяемые этим транспортером с образованием канала, и эстерифицированный ХС переносится с ЛПВП на аполипопротеин В-содержащие ЛП, которыми являются ЛПНП, с последующим их захватом гепатоцитами — так называемым обратным транспортом из периферических тканей в кровь и далее в печень. Если происходит очень активный перенос (увеличена активность СЕТР) или в организме повышен уровень ТГ, может быть индуцировано образование более плотных частиц ЛПНП, отличающихся меньшими размерами и большими атерогенными свойствами, а уровень ХС ЛПВП будет снижаться [1]. Так, хорошо известно, что в условиях сахарного диабета на фоне гипергликемии избыточно образуются частицы ЛП, обогащенные ТГ, что способствует усилению переноса эфиров ХС с ЛПВП, а в связи с этим и ускоряется образование мелких плотных ЛПНП со снижением синтеза ХС ЛПВП. Однако имеющиеся данные об изменениях уровня и активности СЕТР при этом состоянии все же противоречивы, что может быть связано с различиями в исходном уровне ТГ. С другой стороны, получены результаты ряда фармакогенетических исследований, подтверждающих зависимость активности СЕТР и, соответственно, эффективности терапии статинами от наличия мутации гена СЕТР.

Ген СЕТР, локализованный на хромосоме 16q21, кодирует 493 аминокислоты и включает 16 экзонов и 15 интронов [2]. Замена гуанина (G) на аденин (A) в положении 279 интрона 1 — Taq1B (rs708272) полиморфизм — является одним из частых аллельных вариантов гена СЕТР [3]. Генетические полиморфизмы СЕТР способны влиять на функциональность переносчика, что может приводить к изменению его активности. Крупномасштабные геномные исследования обнаружили наиболее значимую корреляцию между концентрацией ХС ЛПВП и полиморфизмами именно гена СЕТР, в сравнении с другими локусами. Аллель G связан с более высокой активностью СЕТР, носительство же мутантного А аллеля ведет к снижению активности СЕТР, что проявляется в повышении уровня ХС ЛВП и поэтому рассматривается как антиатерогенное влияние.

Статины являются потенциальными ингибиторами СЕТР. Ингибирование СЕТР повышает уровень ХС ЛПВП. Примечательно, что мутации гена СЕТР не только влияют на активность СЕТР и ме-

таболизм ХС ЛПВП, но имеют также отношение и к ответу на терапию статинами. Так, в одной из работ при изучении эффективности лечения статином IV поколения розувастатином установлен более выраженный эффект от терапии у носителей генотипа +279 AA полиморфизма СЕТР ТаqIВ (+279 G > A) (rs708272), при этом авторы отмечают менее выраженные исходные патологические отклонения величины общего ХС, ХС ЛПНП, ХС, не связанного с ЛПВП, и больший уровень ХС ЛПВП [4]. Еще более интересные противоположные данные отражены в публикации Regieli J. с соавт., которые в своем исследовании установили, что у пациентов со значительно сниженной активностью СЕТР эффективность статинов незначительна. [5]. При оценке же эффективности терапии аторвастатином выявлено, что уровень ТГ достигал целевых значений только у носителей +279 GG генотипа [6]. Таким образом, можно констатировать, что влияние генотипа ТаqIВ полиморфизма гена СЕТР на эффективность терапии статинами остается спорным.

Целью нашего исследования явилась оценка частоты встречаемости аллелей и генотипов полиморфных локусов гена СЕТР и сравнительная оценка эффективности гиполипидемической терапии розувастатином в белорусской когорте лиц в зависимости от выявленного полиморфизма.

В исследование включались *постоянно проживающие* на территории Беларуси лица различного сердечно-сосудистого риска в возрасте от 48 до 65 лет с наличием первичной изолированной или сочетанной гиперлипидемией, при которой характер и величина превышения уровня ХЛ ЛПНП крови целевых значений, обозначенных международными рекомендациями, свидетельствовала о необходимости проведения фармакологической коррекции с помощью монотерапии статинами. Назначали розувастатин (Розутатин, «Академфарм», РБ) в индивидуально подобранной дозе, рассчитанной, исходя из исходного уровня ХС ЛПНП и целевого значения, соответствующего категории сердечно-сосудистого риска, определяемой по шкале SCORE. Все включенные лица, 38 женщин 12 мужчин, подписывали информированное согласие на принятие участия в исследовании.

Определение параметров липидного спектра крови — общего ХС, ХС ЛПВП, ХС ЛПНП, ТГ проводилось фотометрическими и турбидиметрическими методами на автоматических анализаторах ВА-400, А-25 с использованием реагентов производства Biosystems (Испания). Первое контрольное биохимическое исследование осуществляли через 4, повторное — через 8 недель приема лекарственного средства и далее по показаниям при необходимости коррекции дозы.

Определение полиморфизмов генов осуществлялось путем полимеразной цепной реакции препаратов ДНК человека, полученных из цельной крови с помощью набора ExtractDNA Blood, (Евроген, Россия). Образцы крови, взятые у пациентов, доставлялись в лабораторию в течение 24 часов. Полимеразную цепную реакцию выполняли на амплификаторе SureCycler (Agilent Technologies, США). Проводилось генотипирование полиморфизмов гена белка-переносчика эфиров ХС СЕТР ТаqIВ (+279 G > A, rs708272): генотипы +279 GG, +279 GA, +279 AA.

Статистическая обработка полученных данных осуществлялась с помощью пакета программ STATISTICA 7.0. Данные представлены в виде M, LQ-UQ, указаны процентные отношения для качественных переменных. Различия считались достоверными при вероятности  $p < 0,05$ . Соответствие распределения аллелей и генотипов равновесию Харди-Вайнберга проверяли по критерию  $\chi^2$ .

Определение частот генотипов и аллелей полиморфизма ТаqIВ гена СЕТР показало преобладание гетерозигот по вариантному аллелю +279 GA в группе. Так, частота встречаемости носительства генотипа GG составила 28 % (14 чел.), GA — 56 % (28 чел.), AA — 16 % (8 чел.). При проведении оценки соответствия частоты генотипов равновесию Харди-Вайнберга в исследуемой популяции установлено, что частота генотипов не соответствовала теоретически ожидаемой и не находилась в равновесии ( $\chi^2 = 2,16$ ;  $p = 0,34$ ). В то же время необходимо отметить, что 36 человек (72,0 %) имели генотип GA и AA, что говорит о высокой частоте носительства минорного аллеля А гена СЕТР, которая достигала 31 %.

При сравнении исходных показателей липидного спектра крови и ответа на гиполипидемическое лечение в зависимости от носительства различных генотипов установлено следующее. Носители аллелей AA отличались более низкими уровнями общего ХС (6,43 (6,16; 6,79) ммоль/л и 7,26 (5,65; 7,78) ммоль/л соотв.) и ХС ЛПНП (4,00 (3,70; 4,61) ммоль/л и 4,72 (3,20; 5,35) ммоль/л соотв.) ( $p = 0,03$ ) и более высокой величиной ХС ЛПВП (1,62 (1,37; 1,96) ммоль/л и 1,35 (1,14; 1,68) ммоль/л соотв.) ( $p = 0,05$ ) в сравнении с носителями генотипов GG/GA.

Розутатин показал хороший гиполипидемический эффект уже через 4 недели приема препарата. В то же время динамика изменений показателей липидного спектра крови на фоне лечения у лиц — носителей генотипа +279 AA имела некоторые отличия от остальных участников. В этой группе, в сравнении с лицами, у которых определялись генотипы +279 GG и GA, мы выявляли тенденцию

к более выраженному увеличению уровня ХС ЛПВП на фоне лечения — на 24% против 13%, и значимому ( $p = 0,48$ ) снижению ХС ЛПНП на 41,5% в сравнении с 29,2%.

Таким образом, в обследуемой нами когорте из числа лиц белорусской популяции установлена тенденция к ассоциации гиполипидемического эффекта розувастатина с частотой встречаемости различных генотипов полиморфных локусов гена CETP, в связи с чем появляется возможность подбора эффективной дозы лекарственного средства до начала фармакотерапии с целью индивидуализации режима фармакологического гиполипидемического контроля. Для более точного утверждения необходимо проведение дальнейших исследований на большем количестве участников.

## Литература

1. *Boekholdt, S. M.* Natural genetic variation as a tool in understanding the role of CETP in lipid levels and disease / S. M. Boekholdt, J. F. Thompson // *J. of Lipid Res.* — 2003. — Vol. 44. — P. 1080–1093.

2. *Drayna, D.* Multiple RFLPs at the human cholesteryl ester transfer protein (CETP) locus / D. Drayna, R. M. Lawn // *Nucleic Acids Res.* — 1987. — Vol. 15, № 11. — P. 4698.

3. *Бабак, О. Я.* Эффективность статинов в зависимости от полиморфизма гена CETP / О. Я. Бабак, А. Хайсам // Статті співробітників Інституту терапії ім. Л. Т. Малої НАМН України. — 2010. — № 1. — С. 11–18.

4. Влияние генотипов белка-переносчика эфиров холестерина на эффективность гиполипидемической терапии розувастатином у больных ишемической болезнью сердца с атерогенными гиперлипидемиями / М. В. Звягина [и др.] // *Фундам. исслед.* — 2015. — № 1 (часть 3). — С. 517–521.

5. CETP genotype predicts increased mortality in statin-treated men with proven cardiovascular disease: an adverse pharmacogenetic interaction / J. J. Regieli [et al.] // *Eur. Heart J.* — 2008. — Vol. 29, № 22. — P. 2792–2799.

6. Особенности нарушений липидного обмена и эффективность терапии аторвастатином у больных сахарным диабетом 2 типа — носителей различных генотипов TaqIB полиморфизма гена белка, переносящего эфиры холестерина / М. В. Ким [и др.] // *Рос. кардиол. журн.* — 2015. — № 10. — С. 24–29.

Поступила 11.11.2020

## ОБОСНОВАНИЕ МЕТОДИЧЕСКИХ ПОДХОДОВ ПО КОМПЛЕКСНОЙ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ И УПРАВЛЕНИЮ РИСКОМ ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ НА ТЕРРИТОРИЯХ ДОБЫЧИ И ПЕРЕРАБОТКИ НЕФТИ

<sup>1</sup>Сулейманов Р. А., д. м. н., *rafs52@mail.ru*,

<sup>2</sup>Рахманин Ю. А., д. м. н., профессор, академик РАН, *info@sysin.ru*,

<sup>2</sup>Мальшева А. Г., д. б. н. профессор, член-корр. РАН, *fizhim@sysin.ru*,

<sup>1,3</sup>Валеев Т. К., к. б. н., *valeevtk2011@mail.ru*

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия;

<sup>3</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный университет», г. Уфа, Россия

В настоящее время на территориях размещения предприятий добычи, подготовки, хранения, транспорта и переработки нефти (далее — ДПХТиПН) достаточно часто возникают сложные экологогигиенические проблемные ситуации. В то же время своевременная и объективная оценка этих районов по остроте проблемных ситуаций не всегда представляется возможной в связи с определенной спецификой этих производств и существованием большого количества предлагаемых подходов и методов, не отражающих особенности техногенного влияния предприятий нефтедобычи и нефтепереработки (далее — НП). Кроме того, эти подходы имеют различные методические основы

проведения, включают ограниченное число определяемых параметров, которые недостаточно взаимосвязаны в пространственном и временном отношении с основными источниками загрязнения на значительных по площадям территориях.

Учитывая это, разработка и апробирование специфических подходов по комплексной оценке качества жизни людей на этих территориях и обоснование эффективных управленческих решений по снижению рисков здоровью населения является важной задачей гигиенических исследований.

При разработке подходов за основу была взята химическая составляющая экологического состояния объектов окружающей среды (далее — ООС), так как биологические и физические факторы на этих территориях не показали высокой значимости на ухудшение условий проживания населения.

Характерными особенностями территорий ДПХТиПН являются:

— значительная площадь занимаемых земель из-за большой разбросанности объектов производств и протяженности существующих коммуникаций (дорог, водных путей, трубопроводов различного назначения). Площади территорий простираются на 100 и более километров. Предприятия переработки нефти являются крупными энергоемкими производствами со сложными технологическими процессами, протекающими при относительно высоких температурах и давлении;

— технологии производств требуют больших объемов воды при неудовлетворительном качестве очистки нефтесодержащих сточных вод. Массивное загрязнение пресных подземных водоносных горизонтов технологическими рассолами и нефтью. Существуют случаи залпового сброса промышленных стоков в водоемы и загрязнения почвы в результате порывов нефтепроводов, продуктопроводов и водоводов;

— отсутствие учета потерь нефти и сточных вод. Постоянный разлив нефти и нефтепродуктов в конечном итоге приводит к образованию техногенных залежей, представляющих собой массивное скопление нефтепродуктов в толще почвенного покрова. Поэтому на территории размещения любого предприятия возможно образование зон загрязнения грунтов и подземных вод разнообразными углеводородами нефтяного ряда;

— большое количество неучтенных законсервированных и ликвидированных скважин, а также нерешенность проблем полной ликвидации нефтехранилищ, шламонакопителей, иловых карт, представляющих серьезную экологическую опасность для ООС. Полигоны отходов нефтеперерабатывающих заводов занимают значительные площади, являясь постоянными массивными источниками загрязнения вследствие испарения нефтепродуктов и проникания в грунтовые воды;

— высокий удельный вес выбросов нефтяного газа в атмосферный воздух и сжигание его в факелах из-за нехватки сооружений по их утилизации.

Изучение материалов различных организаций по системам контроля содержания компонентов в природной среде территорий ДПХТиПН показывает отсутствие единых методических принципов системы наблюдения, т. е. проводимые в настоящее время специализированные мониторинги и системы наблюдений не состыковываются по измеряемым параметрам, методическим подходам, периодичности, охвату и обоснованию выбора территорий контроля.

Существующая система наблюдения за состоянием природной среды продолжает оставаться недостаточной для решения основных задач социально-гигиенического и экологического мониторингов, включающих оперативный контроль, оценку состояния природных сред, оценку медико-экологической ситуации в режиме реального времени и прогноз ее изучения, а также поддержку принятия управленческих решений [1–5].

Основными недостатками существующей системы контроля являются следующие.

1) Распыленность ценной экологической информации по отдельным службам, организациям, учреждениям и ее недоступность для последующего анализа.

2) Отсутствие оперативного использования для принятия управленческих решений много-спектральной экологической информации, так как она практически не систематизирована; затруднен обмен оперативной информацией.

3) Недостаточная увязка расположения пунктов наблюдения с пространственно-временными закономерностями возникновения и распространения загрязнений.

4) Неравномерный и неполный охват территорий постами мониторинга и низкая периодичность наблюдений.

5) Неполный перечень исследуемых показателей с учетом фактической химической нагрузки и низкая чувствительность методов определения содержания поллютантов в компонентах окружающей среды.

Разработанная нами методологическая концепция оценки и оптимизации качества ООС, условий проживания и здоровья населения на территориях ДПХТиПН базируется на принци-

пах системного подхода и приоритета обеспечения экологической безопасности популяции. Она позволяет выявить системообразующие элементы, провести анализ их взаимосвязей, обосновать профилактические мероприятия и управленческие решения. Методическая схема включает в себя 4 основных уровня: информационный, оценочный, аналитический и рекомендательный.

Механизм оценки и обеспечения экологической безопасности и социальной комфортности селитебных территорий представляет собой упорядоченную последовательность выполнения отдельных этапов научных исследований.

С нашей точки зрения, комплексная оценка медико-экологической безопасности территорий ДПХТиПН возможна лишь при условии выполнения многокритериального подхода, учитывающего следующие факторы: специфику производственного потенциала, уровень его развития и размещения по отдельным территориям; состояние социально-экономического развития (далее — СЭР) территорий; природно-ресурсный потенциал и климатические особенности территорий; эколого-гигиеническое и медико-демографическое состояние территорий.

Учитывая это, основные этапы выполнения исследований по обеспечению безопасности проживания населения можно представить в виде следующих блоков: блок сбора информационных данных, блок обработки и оценки данных, блок системного анализа и реализации профилактических мероприятий и управленческих решений. В каждом блоке выделяются сектора в зависимости от перечня решаемых задач.

Основой блока «Сбор информационных данных» является информация, получаемая в ходе непрерывных, систематических наблюдений. Она должна включать в себя массивы данных об уровнях развития производственного потенциала и природно-климатических особенностях, источниках техногенного загрязнения, уровне загрязнения основных деponирующих (вода, почва) и транзитных (атмосферный воздух, снежный покров) сред, показателях социально-экономического состояния территорий и общественного здоровья.

При этом для каждого из условно выделенных секторов предлагается система показателей. Она включает в себя показатели развития и размещения производственных сил, социально-экономического состояния территорий, минерально-сырьевого и водно-ресурсного потенциалов, запасов нефти и газа на месторождениях, потенциала природно-климатических условий, показателей воздействия на ООС и состояние здоровья населения. Обработка исходной информации может производиться как простыми методами корреляционно-дисперсного анализа, так и более сложными математическими методами: кластерный анализ (оценка образцов), районирование территорий по локусам разной агрессивности тех или иных показателей среды обитания и здоровья населения. Определяются основные причинно-следственные связи влияния факторов риска на состояние заболеваемости и смертности взрослого и детского населения с построением регрессионных моделей.

Получение численных значений показателей, характеризующих блок «Сбор информационных данных», обеспечивает государственная система статистического учета и мониторинга. Это могут быть данные о параметрах техногенной сферы, условиях проживания, доходах населения, уровне вредных выбросов и сбросов, загрязнении окружающей среды, уровне заболеваемости и смертности, качестве медицинской помощи населению и др.

При сборе информации необходимо соблюдение следующих принципов.

1) Непрерывность и представительность — информационный массив данных должен обеспечивать выборку за последние 5–10 лет и не иметь временных пропусков.

2) Территориальность — привязка исследований к конкретному промышленному региону (району, области и т. п.).

3) Комплексность — показатели должны отражать различные составляющие качества жизни населения и быть иерархически увязаны между собой.

4) Сопоставимость — приведение системы показателей к единым градационным оценкам (баллы и ранги).

5) Прозрачность и достоверность — показатели основаны на данных информационных фондов социально-гигиенического мониторинга (федерального, регионального) и материалах официальной государственной и ведомственной статистики.

6) Гибкость — приспособление к изменяющимся условиям, возможность введения новых параметров.

Наиболее главной задачей в предлагаемой концепции является выделение территорий ДПХТиПН с последующей их оценкой по санитарно-гигиеническому благополучию.

Как нам представляется, зонирование территорий должно осуществляться с учетом особенностей природно-экономических условий и ресурсов, уровня развития предприятий отрасли, сложившихся социально-экономических связей.

Как правило, предприятия отрасли работают по завершеному циклу: собственными силами осуществляют поисково-разведочные работы, бурение скважин и эксплуатацию нефтяных месторождений, подготовку, транспорт и переработку нефти.

Поэтому чрезвычайно важно выделить основные промышленные зоны, подлежащие исследованию. В первую очередь ими являются центры территориальной концентрации производств, в которых главную роль играют города с развитой НП и нефтехимией (далее — НХ). К ним присоединяют и муниципальные районы, тяготеющие к центрам НП и НХ. Как правило, на территориях прилегающих муниципальных районов размещается большое количество нефтешламных отходов, пролегает плотная сеть нефте- и продуктопроводов.

В то же время по отдельным территориям наибольший потенциал промышленного производства сосредоточен непосредственно в муниципальных сельских районах — это зоны добычи, подготовки, хранения и транспорта нефти. Они характеризуются высокой плотностью размещения нефтяных скважин, производств подготовки и перекачки нефти, пунктов приема-сдачи нефти, нефтесборных парков, внутрипромысловых систем трубопроводов и др. Как правило, все эти производственные объекты размещаются на площадях нескольких сельских муниципальных районов и занимают значительные территории.

Начало работ, как уже было сказано ранее, связано со сбором первичных данных, которые должны обладать достаточной достоверностью, максимальной полнотой и минимальным количеством неопределенностей.

Предварительная оценка опасности используемых и (или) образующихся в технологических процессах веществ, поступающих в ООС, проводится по следующим показателям:

- а) характеристика источников выбросов, сбросов загрязняющих веществ, источников образования отходов производств;
- б) перечень загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах, сбросах образующихся отходов производств, по классам опасности;
- в) наличие очистных сооружений, газоочистного оборудования, методы очистки;
- г) объем и (или) масса выбросов, сбросов загрязняющих веществ до и после очистки в расчете на тонну добываемого или переработанного сырья, объемы образующихся отходов;
- д) информация о соблюдении установленных нормативов ПДВ, ПДС.

Устанавливаются все виды эмиссии вредных веществ в составе выбросов (сбросов) отходов и обосновываются маркерные загрязняющие вещества, выделяющиеся в атмосферу, поступающие в водные объекты, в промежуточные продукты и твердые отходы.

В первую очередь следует учитывать информацию о соблюдении нормативов качества атмосферного воздуха после рассеивания выбросов, содержащих вещества 1 и 2 классов опасности. Загрязняющие вещества, характеризующиеся высокой стойкостью, биоаккумуляцией, токсическими и канцерогенными эффектами, следует рассматривать как приоритетные в связи с возможностью их переноса на дальние расстояния.

Для уточненной оценки опасности состояния ООС необходимо провести визуальное обследование территории, собрать, проанализировать и систематизировать информацию о выбросах, сбросах вредных веществ, образующихся отходах, об уровнях загрязнения атмосферного воздуха, почвенного покрова, водных объектов, численности населения, подверженного потенциальному воздействию.

Объектами контроля на территориях ДПХТиПН являются: атмосферный воздух на территориях санитарно-защитных и жилых зон; поверхностные воды (реки, озера, водохранилища) и их притоки, протекающие в пределах границ нефтяных месторождений, предприятий НП и НХ и являющиеся их водоприемниками; подземные воды, используемые для водоснабжения населения, попадающие в зону возможного влияния объектов отрасли (родники, ключи, воды грунтовых и артезианских горизонтов); почвогрунты, находящиеся вблизи кустов скважин, насосных станций, резервуарных парков хранения нефтепродуктов, эстакад налива, локальных очистных сооружений, аппаратных дворов технологических установок, вдоль трасс нефте- и продуктопроводов.

При обосновании перечня определяемых показателей в ООС в качестве основных критериев нами учитывались вещества: которые имеют значительный удельный вес в выбросах и сбросах в ООС, концентрации которых в ООС превышали или превышают гигиенические нормативы, кото-

рые существенно увеличивают суммарные канцерогенные и неканцерогенные риски для здоровья населения.

Немаловажное значение при оценке уровней загрязнения ООС представляет характеристика природно-ресурсного потенциала и климатических особенностей местности.

В качестве основных индикаторов рекомендуется использовать запасы нефти и газа на месторождениях, годовой сток рек, годовую сумму осадков, число дней с туманами, скорость и направление ветров, повторяемость штилей, температурные инверсии, самоочищающую способность атмосферы, водных объектов, почвы и др.

Комплексная оценка состояния здоровья и условий проживания населения осуществляется поэтапно. По результатам оценки совокупности медико-демографических показателей на 1 этапе определяется общий уровень состояния здоровья населения на отдельных изучаемых промышленных зонах с предварительным ранжированием территорий. При этом наиболее важными показателями считаются младенческая смертность и первичная заболеваемость взрослого и детского населения.

Параллельно обязательно осуществляется анализ показателей СЭР территорий. Это необходимо в связи с тем, что рассматриваемые территории могут быть неоднородны по уровню развития промышленного потенциала, социальной инфраструктуры, условий проживания. Учитывая это, анализу должны подвергаться следующие направления сектора, которые отражают потенциал качества жизни, — уровень благосостояния населения, уровень экономического развития территорий, уровень развития и доступности социальной инфраструктуры, качество жилищно-бытовых условий, доступность медико-санитарной помощи. Наши исследования показали, что наиболее значимыми социально-экономическими показателями являются: 1) среднемесячная номинальная начисленная заработанная плата; 2) расходы на образование; 3) процент квартир, не имеющих водопровода и канализации; 4) количество жилой площади; 5) количество врачей.

В дальнейшем на основе выявленных различий осуществляется более детальная оценка, определяются количественные и качественные зависимости между отдельными показателями здоровья и условиями проживания населения, средовыми факторами, анализируются приоритетные классы заболеваний и отдельные нозологические формы, выявляются причины их возникновения и разрабатывается прогноз.

Полученные расчеты позволяют обосновать «проблемные территории», на которых оцениваются неканцерогенные и канцерогенные риски здоровью населения.

Управление риском является логическим завершением результатов проведенной работы и направлено на обоснование наиболее эффективных мероприятий и управленческих решений (технических, технологических, организационных, социальных, правовых, экономических, нормативных), связанных с уменьшением негативного влияния предприятий ДПХТиПН на здоровье населения. В зависимости от «остроты проблемных ситуаций» устанавливается их очередность и поэтапное выполнение.

## Литература

1. Овчинникова, Е. Л. Задачи социально-гигиенического мониторинга в новых правовых условиях / Е. Л. Овчинникова, К. Б. Фридман, Ю. А. Новикова // *Здоровье — основа человеческого потенциала: проблемы и пути их решения.* — 2018. — № 2. — С. 939–949.

2. Социально-гигиенический мониторинг на современном этапе: состояние и перспективы развития в сопряжении с риск-ориентированным надзором / Н. В. Зайцева [и др.] // *Анализ риска здоровью.* — 2016. — № 4. — С. 4–16.

3. Нормативно-правовые и методические аспекты интеграции социально-гигиенического мониторинга и риск-ориентированной модели надзора / А. Ю. Попова [и др.] // *Анализ риска здоровью.* — 2018. — № 1. — С. 4–12.

4. О научно-методическом обеспечении оценки результативности и эффективности контрольно-надзорной деятельности Федеральной службы в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека / А. Ю. Попова [и др.] // *Гигиена и санитария.* — 2017. — Т. 96, № 1. — С. 5–9.

5. Социально-гигиенический мониторинг и информационно-аналитические системы обеспечения оценки и управления риском для здоровья населения и риск-ориентированной модели надзорной деятельности / С. В. Кузьмин [и др.] // *Гигиена и санитария.* — 2017. — Т. 96, № 12. — С. 1130–1136.

Поступила 02.11.2020

# К ВОПРОСУ ОБ АНАЛИЗЕ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ НА ОСНОВЕ РАСКРЫТИЯ МЕХАНИЗМА ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА: КОНЦЕПТУАЛЬНЫЙ ПОДХОД

*Федотова И. В., д. м. н., доцент, irinavfed@mail.ru,  
Зуев А. В., zuyev2006@mail.ru,  
Некрасова М. М., к. б. н., доцент, nmarya@yandex.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Россия

Объекты дорожно-автомобильного комплекса (далее — ДАК) в настоящее время становятся приоритетными источниками загрязнения атмосферного воздуха городов. Вклад аэротехногенного фактора в формировании уровня химической нагрузки на городской территории достигает 58,1–58,5% [1]. С ингаляционным воздействием компонентов выбросов автомобилей связывают возникновение различных нарушений состояния здоровья у жителей примагистральных территорий: системы кровообращения, органов дыхания, нервной системы и др. Важным аспектом профилактики негативного влияния ДАК на здоровье населения является прогноз риска для здоровья, обусловленного продуктами сгорания моторного топлива.

В нашей стране традиционно для оценки гигиенического неблагополучия окружающей среды используется степень его отклонения от нормативов и стандартов. Эта методология заложена и в Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920–2004). В документе для оценки канцерогенного риска используется величина (индивидуальный канцерогенный риск), позволяющая рассчитать число дополнительных случаев рака среди населения, имеющего контакт с химическим агентом с учетом уровня и продолжительности воздействия. Величина неканцерогенный риск определяется только на основании воздействующего или поступающего в организм вещества, причем даже не установлены категории опасности при различной степени отклонений от нормативов.

В последнее время все чаще для оценки риска используются прогнозно-аналитические методы (например, методологии анализа риска для здоровья). Для этого применяют комплексные показатели, которые, учитывая превышение нормативов, могут адекватно характеризовать степень ущерба, наносимого здоровью вредными факторами различной природы. Такой подход позволяет провести сравнительный анализ рисков (факторов) и в соответствии с полученными результатами принять обоснованные управленческие решения, обеспечивающие повышение безопасности граждан [2]. Используется также модель индивидуальных порогов действия (нормально-вероятностное распределение частоты эффектов) [3]. Этот метод позволяет не только установить значимые уровни риска для развития заболеваний, но и определить суммарную интегральную оценку риска здоровью от воздействия комплекса факторов окружающей среды.

В 2012 г. утверждены методические рекомендации «Количественная оценка неканцерогенного риска при воздействии химических веществ на основе построения эволюционных моделей (МР 2.1.10.0062–12), где приводятся модели для расчета риска, требующие для получения величины риска, наряду с измерением уровней вредного фактора, проведения долгосрочных исследований состояния здоровья различных групп населения, подвергающихся воздействию (заболеваемость, смертность, скрининговые методы и т. д.).

С позиции простоты и доступности импонирует методика экспресс-оценки риска, разработанная в Республике Беларусь, в которой по номограммам на основании величины отклонений от ПДК можно определить уровень риска при остром и хроническом воздействии химических веществ, наиболее часто определяющихся в воздухе городской среды [4].

Цель исследования — используя различные методические подходы, дать оценку риска для здоровья населения примагистральных территорий г. Нижнего Новгорода влияния загрязнения атмосферного воздуха, обусловленного выбросами автотранспорта.

В качестве мест для проведения измерений загрязнения атмосферного воздуха выбраны прямолнейные участки крупных автомобильных дорог общегородского значения, проходящие через жилые территории или вблизи них, а также прилегающие к ним придомовые территории жилой застройки в 8 точках г. Нижнего Новгорода. Все обследованные автодороги и улицы предна-

значены для движения городского пассажирского и грузового транспорта, рассчитаны на 4–6 полос движения, характеризуются плотными потоками автотранспорта.

Исследования проводили в весенне-осенний период 2016–2019 гг. в дневное время, в часы «пик», в будние дни. Определялось содержание в воздухе приоритетных веществ, концентрации которых целесообразно контролировать в связи с их значительным поступлением за счет интенсивного автотранспортного движения: оксиды азота и углерода, бенз(а)пирен (далее — БП), формальдегид (далее — ФА), марганец, свинец, алюминий, взвешенные вещества (твердые частицы — ТЧ). Воздух отбирался в точках непосредственно у автомагистрали — в пределах 2 метров от дороги, и на придомовой территории — в рекреационной зоне. Отбор и анализ проб воздуха проводились в соответствии с утвержденными методиками, использовались методы атомно-абсорбционной спектрометрии, жидкостной хроматографии, фотометрии. Всего проанализирована 741 проба воздуха. Результаты санитарно-химического анализа сравнивались с максимально разовыми ПДК для атмосферного воздуха (Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» ГН 2.1.6.3492–17). Уровень среднесуточных концентраций для расчета риска для здоровья определяли по соотношению к максимально разовым как 4 к 10 [5].

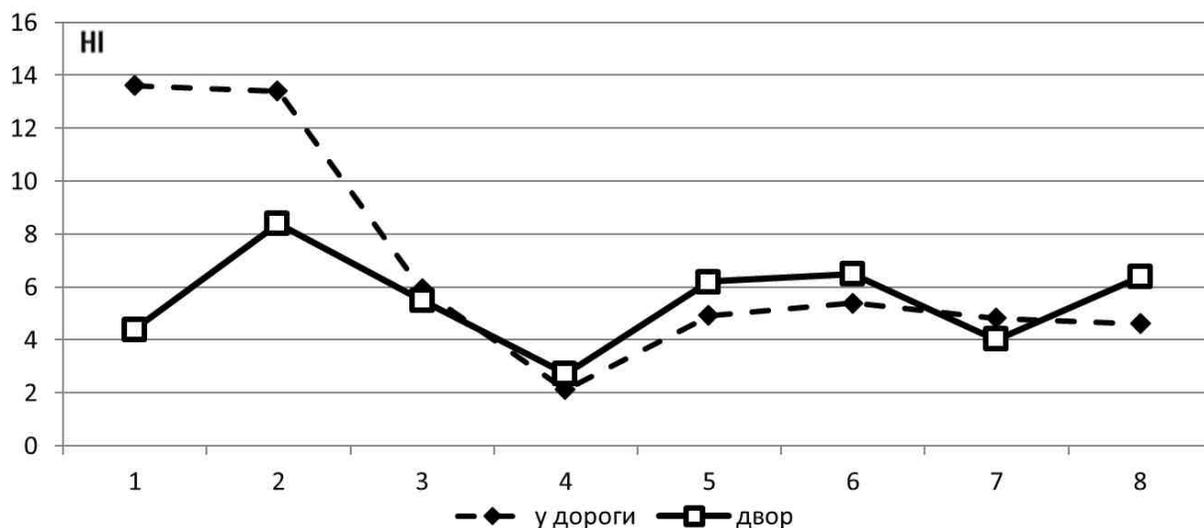
Расчет риска проводили с использованием следующих методических подходов:

- в соответствии с рекомендациями Руководства Р 2.1.10.1920–2004 по оценке канцерогенного и неканцерогенного риска;
- с использованием уравнений индивидуальных порогов и подходов [5];
- с использованием номограмм по Инструкции «Экспресс-оценки и прогнозирования риска влияния на здоровье населения шума, основных химических веществ при ингаляционном и пероральном поступлении» [4].

Оценка риска для населения неканцерогенных эффектов вследствие загрязнения атмосферного воздуха с расчетом коэффициентов опасности (HQ) по отношению максимально разовых концентраций к ПДК показала, что они превышают единицу по ФА (2 точки наблюдения), свинцу (4 точки) и ТЧ (все точки).

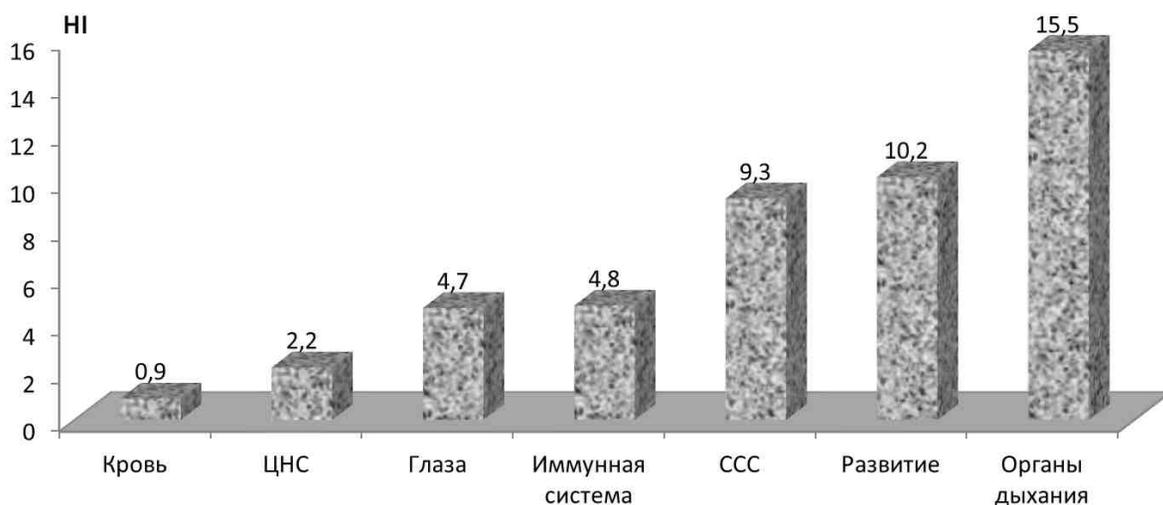
Интегральный показатель загрязнения — HI по сумме всех HQ — выше допустимого уровня риска ( $\leq 1$ ) на всех точках наблюдения (рисунок 1).

Следует подчеркнуть, что только в четырех точках с наиболее интенсивными транспортными потоками (свыше 2000 маш. / час) отмечается более высокое загрязнение воздуха химическими веществами вблизи автомагистралей по сравнению с состоянием придомовых территорий. На дру-



**Рисунок 1. — Уровень загрязнения атмосферного воздуха по величине индекса опасности (HI), рассчитанного для суммы химических веществ, вблизи автомагистрали и на придомовой территории**

1 — пр. Гагарина, 3; 2 — перекресток ул. Ванеева и Генкиной; 3 — ул. Ванеева, 110а/30; 4 — ул. Бекетова, 28; 5 — ул. К. Маркса, 8а; 6 — ул. Куйбышева, 14; 7 — ул. Коминтерна, 121; 8 — пр. Кораблестроителей, 26/2



**Рисунок 2. — Значения уровней риска для развития нарушений критических уровней и систем организма для населения, проживающего в примагистральных зонах г. Нижнего Новгорода**

гих участках степень загрязнения воздуха по этому показателю в рекреационных зонах или не отличалась от таковой у дороги, или была лишь незначительно ниже.

При использовании *среднесуточных концентраций и референтных концентраций безопасного воздействия* в соответствии с Руководством Р 2.1.10.1920–2004 рассчитаны значения коэффициентов и индексов опасности развития патологии критических органов и систем организма. Наибольшие прогностические значения риска получены для болезней органов дыхания от комбинированного воздействия оксидов азота, ФА, марганца и ТЧ — от 6,4 до 28,1 по точкам наблюдения. Далее в порядке убывания: уровень риска для нарушений развития 3,8–18,1 (ТЧ, свинец, БП, оксид углерода); заболеваний сердечно-сосудистой системы (ССС) — 3,0–14,1 (ТЧ и оксид углерода); иммунной системы — 1,7–10,4 (ФА и БП); глаз — 1,3–10,4 (ФА); ЦНС — 0,5–3,9 (марганец, свинец, алюминий, оксид углерода). На рисунке 2 показаны средние с учетом всех точек наблюдения значения HI для критических органов и систем.

Для расчета риска применялась также априорная модель оценки риска здоровью с использованием уравнений индивидуальных порогов и подходов. Вероятность токсического воздействия веществ при оценке кратности превышения ПДК<sub>мр</sub> в соответствии с классом опасности определялась по следующим уравнениям [5]:

$$1 \text{ класс Prob} = -9,15 + 11,66 \times \lg(C/\text{ПДК}_{\text{мр}}), \quad (1)$$

$$2 \text{ класс Prob} = -5,51 + 7,49 \times \lg(C/\text{ПДК}_{\text{мр}}), \quad (2)$$

$$3 \text{ класс Prob} = -2,35 + 3,73 \times \lg(C/\text{ПДК}_{\text{мр}}), \quad (3)$$

$$4 \text{ класс Prob} = -1,41 + 2,33 \times \lg(C/\text{ПДК}_{\text{мр}}). \quad (4)$$

Перевод Prob в значение величины риска осуществлен по таблице 1.3 указанного источника. Для всех поллютантов, за исключением ТЧ, по всем точкам наблюдения величина риска была < 0,001, что свидетельствует о минимальном значении риска для здоровья. В отношении ТЧ получены значения риска от 0,023 до 0,758, что соответствует доле лиц, которые могут потенциально иметь патологию, критическую для воздействия ТЧ, органов и систем (органы дыхания, ССС, развитие, рак), от 2,3 до 75,8% по зонам проживания вблизи точек наблюдения.

Из числа исследуемых веществ можно выделить группу канцерогенов: ТЧ, БП и ФА относятся к канцерогенам с доказанной, свинец — с вероятной канцерогенностью для человека по классификации Международного агентства по изучению рака.

Суммарный индекс опасности (HI) всех канцерогенных поллютантов, рассчитанный по *максимально разовым концентрациям*, колеблется от 1,9 до 13,3 для воздуха вблизи автомагистралей и от 2,4 до 8,3 для воздуха придомовых территорий (в основном за счет ТЧ), т. е. их воздействие создает для населения повышенный риск развития онкологических заболеваний.

Расчет канцерогенного риска (CR) с использованием для получения коэффициентов и индексов опасности (HQ и HI) среднесуточных концентраций для воздуха придомовых территорий показал,

что при воздействии ТЧ он колеблется по точкам наблюдения от 0,7 до 2,7; для ФА — 0,1–0,6; свинца — 0,02–1,22; БП — 0,03–0,13. Средний индекс опасности с учетом всех точек наблюдения составил 2,1 с наибольшим вкладом в эту величину ТЧ (66,7 %) и свинца (19,0 %).

Уровень канцерогенного риска, рассчитанный согласно Р 2.1.10.1920–2004 с учетом среднесуточной дозы в течение жизни и фактора наклона для ингаляционного воздействия, свидетельствует, что за счет формальдегида он находится в пределах  $< 10^{-3} - 10^{-4}$  для всех точек наблюдения ( $0,29 \times 10^{-4} - 0,17 \times 10^{-3}$ ), что соответствует среднему уровню опасности и считается неприемлемым для населения. Следует отметить, что в этой величине не учтен CR от воздействия ТЧ, поскольку не известно значение фактора наклона.

Весьма значительная величина канцерогенного риска получается при расчетах коэффициентов и индексов опасности с использованием референтных концентраций безопасного воздействия для хронического действия поллютантов, его величина колеблется по точкам наблюдения от 5,4 до 27,8; среднее значение 14,9; в основном за счет ТЧ (62,4 %) и ФА (31,5 %).

Таким образом, используя методический подход расчета потенциального риска, изложенный в Р 2.1.10.1920–2004, по коэффициентам и индексам опасности можно лишь оценить его как превышающий допустимый.

Определения риска по номограммам, приведенным в инструкции «Экспресс-оценка и прогнозирование риска влияния на здоровье населения основных химических веществ при ингаляционном и пероральном поступлении», получили следующие значения риска для хронического ингаляционного воздействия по точкам наблюдения:

- оксида углерода  $< 0,01$ ;
- оксида азота  $< 0,005$ ;
- формальдегида от  $< 0,05$  до 0,1;
- свинца от  $< 0,1$  до 0,3;
- бенз(а)пирена  $< 0,02$ .

Приложение 7 упомянутого документа позволяет оценить уровень потенциального риска для здоровья населения при хроническом воздействии оксидов углерода и азота, БП как приемлемый, при котором отсутствуют неблагоприятные медико-экологические тенденции; при воздействии ФА — вызывающий опасение, при таком уровне возникает тенденция к росту неспецифической патологии; при воздействии свинца — от вызывающего опасения до опасного, при котором может выявляться тенденция к росту неспецифической и появляться единичные случаи специфической патологии.

В заключение следует отметить, что развитие дорожно-транспортной системы в настоящее время является важнейшей причиной неблагоприятного состояния окружающей среды, особенно в крупных городах. Почти все виды транспорта загрязняют воздух. Проблема снижения негативного влияния ДАК на городскую среду является многофакторной и многосторонней и включает в том числе вопросы оценки риска для здоровья населения, проживающего на примыкающих территориях. В Нижнем Новгороде в последние годы активно развивается транспортная инфраструктура, увеличиваются транспортные потоки, ежегодно растет и прогнозируется дальнейший рост количества автомобилей, что может увеличивать риск для здоровья населения, проживающего в зоне влияния ДАК. Использование различных методов для оценки риска при воздействии на население химической нагрузки, обусловленной выбросами автотранспорта, показало, что оценка его величины и, соответственно, степени потенциального ущерба для здоровья значительно отличается при различных методических подходах.

Отсутствие в России унифицированной и достаточно простой для применения методики оценок и прогноза риска не позволяет однозначно и без проведения долгосрочных трудоемких исследований характеризовать его уровень, в том числе при воздействии химических веществ и пыли в различных городах, для различных групп населения, что затрудняет планирование работы по управлению риском с целью его снижения.

## Литература

1. Студеникина, Е. М. Обеспечение гигиенической безопасности городского населения на основе геоинформационных систем / Е. М. Студеникина // Актуальные проблемы гигиены, токсикологии и профпатологии : материалы науч.-практ. конф. молодых ученых и специалистов с междунар. участием, посвящ. 100-летию со дня рождения академика РАН А. П. Шицковой / под ред. В. Н. Ракитского. — Мытищи, 2019. — С. 151–154.

2. Трифонова, Т. А. Оценка и сравнительный анализ рисков для здоровья населения (на примере г. Владимира) / Т. А. Трифонова, Л. А. Ширкин. — Владимир, 2010. — 80 с.

3. Мельцер, А. В. Гигиеническое обоснование комбинированных моделей оценки профессионального риска / А. В. Мельцер, А. В. Киселев // Медицина труда и промышленная экология. — 2009. — № 4. — С. 1–5.

4. Экспресс-оценка и прогнозирование риска влияния на здоровье населения шума, основных химических веществ при ингаляционном и пероральном поступлении : инструкция по применению № 125–1106 : утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 05.01.2007. — Минск, 2007. — 31 с.

5. Киселев, А. В. Оценка риска здоровью в медико-экологических исследованиях и практике управления качеством окружающей среды (методические подходы) / А. В. Киселев. — СПб. : Дейта, 1996. — 62 с.

## ЭКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ ИЗМЕНЕНИЙ МИКРОБИОЦЕНОЗА ПОЧВЫ МИНЕРАЛЬНОГО ТИПА ПРИ НЕФТЯНОМ ЗАГРЯЗНЕНИИ

Хуснутдинова Н. Ю., *h-n-yu@yandex.ru*,  
Репина Э. Ф., к. м. н., *e.f.repina@bk.ru*,  
Тимашева Г. В., к. б. н., *gulnara-vt60@yandex.ru*,  
Смолянкин Д. А., *smolyankin.denis@yandex.ru*,  
Валова Я. В., *q.juk@ya.ru*,  
Кудояров Э. Р., *ekudoyarov@gmail.com*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Нефть и нефтепродукты входят в число основных и экологически опасных загрязнителей окружающей среды, в особенности на территории нефтедобывающих регионов. Ежегодно миллионы тонн нефти и нефтепродуктов выливаются на поверхность, попадая в почву, грунтовые воды и другие компоненты ландшафта. Попадая в почву, они влияют на ее биологические свойства. Значительно меняется общая численность микроорганизмов, их качественный состав, структура микробиоценозов, снижается интенсивность основных микробиологических процессов и активность почвенных ферментов и т. д. В результате нефтяного загрязнения происходит снижение плодородия почв [1].

Представленная работа входит в комплекс исследований по обоснованию безопасного уровня концентрации нефти для почв Ханты-Мансийского АО, являющегося регионом интенсивной нефтедобычи, ставшей причиной неблагоприятной экологической ситуации. Ее цель — определение пороговой концентрации нефти по влиянию на микробиоценоз почвы.

Исследования проведены на почве минерального типа: песчаный суглинок (соотношение песка и глины 5 : 1), pH 6,1, полная влагоемкость 26 %, содержание органического вещества 2,3 %. Характеризуется низкими сорбционными свойствами, быстрым проникновением поллютантов в гидросферу. Образец почвы был отобран в незагрязненном нефтью районе Ханты-Мансийского АО.

Использовалась нефть Шаимского месторождения Ханты-Мансийского АО, содержащая 60 % парафиново-нафтеновых, 30 % ароматических углеводородов, 7 % смолистых веществ, 3 % асфальтенов.

Эксперимент методически выполнен в соответствии с рекомендациями по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве [2]. Он представлял собой модельные опыты, в которых изучалось состояние микробиоценоза при различной степени загрязнения испытываемой почвы. Опытные и контрольные сосуды выдерживались при комнатной температуре и поддержании влажности почвы на постоянном уровне (60 % от полной влагоемкости) в течение 60 дней.

Нефть вносилась однократно в подготовленную надлежащим образом почву в соответствии с испытываемыми концентрациями: 0 (контроль), 50, 100, 300, 700, 1500, 3000 и 10000 мг/кг воздушно-почвы. Повторность вариантов трехкратная. Оценка микробиоты почвы проводили по следующим показателям: общее число микроорганизмов (далее — ОМЧ), количество углеводородоокисляющих микроорганизмов (далее — УОМ), спорообразующих и микомицетов, а также самоочищающая способность почвы по динамике численности *E. coli*. Пробы почвы для анализов отбирали из сосудов на 3, 7, 10, 14, 20, 30, 45 и 60-й день экспозиции.

При изучении динамики ОМЧ установлено, что данный показатель возрастает во всех сосудах уже на третьи сутки, составляя от 130 до 260 % от уровня контроля, принятого за 100 %. На седьмые сутки выявлена выраженная стимуляция роста микроорганизмов во всех опытных вариантах, которая усиливалась с увеличением концентрации нефти в почве и составила от 213 до 2645 % относительно контроля. В последующем отмечалось снижение ОМЧ в опытных сосудах и приближение его значений к контролю. При этом отмечена тенденция к сохранению более высоких значений показателя при воздействии больших доз нефти. Через 2 месяца число микроорганизмов в опытных сосудах по-прежнему превышало уровни контрольных проб: наиболее высокие значения наблюдались при создании в почве средних концентраций загрязнения: 300, 700 и 1500 мг/кг.

Изменение количества УОМ имеет тот же вектор направленности, что и предыдущий показатель. Так, на 3-и сутки эксперимента статистически значимо возросло их содержание под влиянием всех испытуемых концентраций загрязнителя, превышая 50 % относительно данных контроля. В дальнейшем этот рост усилился, достигая максимума к 14–20-му дню экспозиции. В этот период присутствие в почве УОМ возрастает в 1506–473,5 раза по сравнению с контролем. К концу эксперимента количество УОМ снизилось, но осталось более высоким относительно контрольных сосудов.

Относительная доля спорных форм микроорганизмов в контрольных сосудах в начале исследований имела среднее значение 21,5 % и на протяжении всего эксперимента колебания этого показателя находилась в пределах 17,4–23,6 %. В опытных вариантах в течение эксперимента выявляли постоянное превышение показателя относительно контроля. Наибольшее содержание спорных форм отмечалось на 3 сутки (34,3–66,7 среди всех микроорганизмов). В дальнейшем этот показатель снижается, составляя 25,0–53,1 %, при этом отличие от контроля наблюдается в 71,4 % проб.

На 14-й день экспозиции отмечено увеличение количества микомицетов в почве при концентрациях нефти 100, 300, 700 мг/кг. В последующем в этих вариантах численность грибов снизилась до уровня контроля, а через 20 и 30 дней опыта возросла в сосудах с концентрацией нефти 50 мг/кг. К концу эксперимента обнаруживали значимое снижение число микомицетов (на 80,87 %) под влиянием наибольших концентраций нефтяных углеводородов в почве: 3000 и 10 000 мг/кг.

Оценка самоочищающей способности почвы показала, что при внесении в почву нефти в концентрации 50 мг/кг на 3–7-е сутки наблюдается рост численности *E. coli*, затем отмечается снижение показателя ниже контрольного уровня и с полным исчезновением из почвы к 45-му дню опыта. Концентрация нефти 100 мг/кг вызывала подъем численности бактерий к 20–30-м суткам опыта, который затем резко падал. Полное исчезновение отмечено также при исследовании 45-дневной экспозиции.

Более высокие уровни загрязнения аналогично приводили к увеличению численности кишечной палочки в ранние сроки. Однако начиная с 300 мг/кг все последующие концентрации нефти приводили к задержке времени полного исчезновения индикаторного микроорганизма из почвы до 2 месяцев.

Рассматривая результаты выполненных микробиологических исследований, следует заключить, что испытанные, сравнительно низкие концентрации нефти в почве минерального типа вызывают значительное увеличение общей численности микроорганизмов, обусловленной быстрым размножением УОМ, спорообразующих, а также грибов, для которых углеводороды нефти служат усваиваемой питательной субстанцией. Из числа выбранных для определения микроорганизмов лишь для грибов наибольшие концентрации нефти — 3000 и 10 000 мг/кг — оказались фактором, угнетающим их рост. Для других видов нефтяные углеводороды в испытанных концентрациях проявили эффект стимулирования роста и размножения.

Известно, что усиленный рост и размножение одних видов микроорганизмов может вызвать дисбаланс микробиоты и неблагоприятные сдвиги процессов обмена веществ в почве [3]. Гигиеническое значение выявленных результатов должно быть рассмотрено с учетом функционирования других систем самоочищения почвы: ферментативной активности, процессов азотного обмена.

По результатам оценки самоочищающей способности почвы минерального типа по тесту исчезновения *E. coli* представляется обоснованным рассматривать наименьшие уровни нефти 50 и 100 мг/кг как вызывающие определенную стимуляцию ферментативных систем почвы, в результате чего разрушение индикаторного микроорганизма наступает в те же сроки, что и в контроле. При концентрации 300 мг/кг и выше отмечается торможение процесса, вследствие чего исчезновение *E. coli* регистрируется лишь к исходу 2 месяцев экспозиции.

Таким образом, пороговая концентрация нефтяного загрязнения почвы минерального типа по влиянию на микробиоценоз определяется по тесту самоочищающей способности — времени исчезновения *E. coli* и составляет 300 мг/кг почвы.

Полученные в ходе работы результаты внесут определенный вклад в совершенствование экологического мониторинга в нефтедобывающих регионах.

### Литература.

1. Киреева, Н. А. Микробиологические процессы в нефтезагрязненных почвах : учебное пособие / Н. А. Киреева. — Уфа : БашГУ, 1995. — 172 с.
2. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве : МР № 2609–82. — М., 1982. — 58 с.
3. Халимов, Э. М. Экологические и микробиологические аспекты повреждающего действия нефти на свойства почвы / Э. М. Халимов, С. В. Левин, В. С. Гузев // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. — 1996. — № 2. — С. 59–64.

Поступила 28.10.2020

## ИЗУЧЕНИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ БИОКЛИМАТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ТЕПЛОВОЙ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ И ВЫЗОВОВ СКОРОЙ МЕДИЦИНСКОЙ ПОМОЩИ НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ КАК ИНСТРУМЕНТ ДЛЯ ПРОФИЛАКТИКИ ГИПЕРТОНИЧЕСКОГО КРИЗА

Чайковская М. А., [chaikovskayamar@gmail.com](mailto:chaikovskayamar@gmail.com)

Учреждение образования «Гомельский государственный медицинский университет», г. Гомель, Республика Беларусь

Изучение влияния погоды и климата на состояние здоровья населения имеет большое медико-социальное значение. Ответная реакция на воздействие климато-метеорологических факторов варьирует у разных индивидуумов и связана со степенью адаптации к определенной климатической среде. Различные атмосферные явления служат стресс-фактором для здоровых лиц, а также провоцируют обострение уже существующих патологий. У людей с хроническими заболеваниями колебания погодных условий могут вызвать метеопатические реакции в виде обострения основного заболевания.

Наиболее чувствительны к метеофакторам пациенты с сердечно-сосудистыми заболеваниями (около 70–82%), в частности с артериальной гипертензией (далее — АГ) [1]. Среди маркерных метеофакторов, оказывающих преимущественное влияние на организм и увеличивающих частоту гипертонических кризов, выделяют следующие: пасмурную погоду с туманами и выпадением осадков, резкое понижение температуры и увеличение относительной влажности, перепады атмосферного давления [2]. Известно, что образование циклонов с выраженными фронтальными разделами и восходящими потоками воздуха, сопровождающееся нарушением суточного хода основных метеофакторов, провоцирует дестабилизацию артериального давления.

По данным исследователей отмечают взаимосвязь увеличения вызовов скорой медицинской помощи и случаев госпитализации по поводу гипертонических кризов с изменениями погодных факторов, таких как температура воздуха, относительная влажность воздуха, скорость и направление ветра, атмосферное давление и парциальная плотность кислорода в воздухе. В дни формирования неблагоприятных погодных условий у пациентов с артериальной гипертензией наблюдают снижение толерантности к физической нагрузке, общей работоспособности, ухудшение показателей свертываемости крови и микроциркуляции, липидного профиля, изменения сосудистого тонуса [3, 4].

Высокая распространенность сердечно-сосудистых заболеваний среди хронических неинфекционных патологий, серьезность их последствий и многофакторный характер их причин требуют незамедлительной разработки современных технологий массовой превентивной профилактики прогрессирования артериальной гипертензии с учетом климато-метеорологических особенностей на региональном и национальном уровнях. Особый интерес представляет гигиеническая оценка биоклиматических показателей тепловой чувствительности в профилактике гипертонического криза на региональном уровне.

Цель работы — провести гигиеническую оценку биоклиматических показателей тепловой чувствительности (на примере индексов эффективной температуры и эквивалентно-эффективной тем-

пературы) и определить их взаимосвязь с количеством вызовов скорой медицинской помощи с диагнозом гипертонический криз населения Мозырского района Гомельской области в период 2014–2018 гг.

Материалами исследования явились данные ежедневных метеорологических наблюдений Мозырского межрайонного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды филиала «Гомельоблгидромет»; данные первичной медицинской документации «Мозырской городской станции скорой и неотложной медицинской помощи» за 2014–2018 гг.

Оценка частоты вызовов скорой медицинской помощи по поводу гипертонического криза проводилась с использованием первичной медицинской документации «Мозырской городской станции скорой и неотложной медицинской помощи» за период 2014–2018 гг. Было проанализировано 8390 вызовов скорой медицинской помощи.

Для оценки тепловой нагрузки окружающей среды на организм человека как основного показателя климатического дискомфорта применялись биоклиматические показатели тепловой чувствительности (далее — БПТЧ) — эффективная температура (далее — ЭТ) и эквивалентно-эффективная температура (далее — ЭЭТ), отличающиеся по количеству учитываемых параметров и по сложности расчетной схемы.

Показатель ЭТ рассчитывался по формуле А. Миссенарда [5]:

$$ЭТ = t - 0,4(t - 10)(1 - f/100), \quad (1)$$

где  $t$  — температура сухого термометра, °С;

$f$  — относительная влажность, %.

Показатель ЭТ оценивался по теплоощущению и нагрузке на организм: >30 °С — очень жарко, тепловая нагрузка сильная; 24...30 °С — жарко, тепловая нагрузка умеренная; 18...24 °С — тепло, комфортно; 12...18 °С — умеренно тепло, комфортно; 6...12 °С — прохладно, комфортно; 0...6 °С — умеренно, нагрузка умеренная; -12...0 °С — холодно, нагрузка умеренная; -12... -24 °С — очень холодно, сильная угроза обмороживания; -24...-30 °С — крайне холодно, очень сильная нагрузка; < -30 °С — крайне холодно, чрезвычайно высокая вероятность замерзания.

Показатель ЭЭТ рассчитывался по формуле А. Миссенарда [5]:

$$ЭЭТ = 37 - ((37 - t)/(0,68 - 0,0014f + 1/(1,76 + 1,4v^{0,75})) - 0,29t(1 - f/100), \quad (2)$$

где  $t$  — температура, °С;

$f$  — относительная влажность, %;

$v$  — скорость ветра, м/с.

Показатель ЭЭТ оценивался по уровню тепловой чувствительности на организм: > 30 °С — тепловая нагрузка сильная; 24...30 °С — тепловая нагрузка умеренная; 18...24 °С — комфортно — тепло; 12...18 °С — комфорт (умеренно тепло); 6...12 °С — прохладно; 0...6 °С — умеренно прохладно; -6...0 °С — очень прохладно; -6...-12 °С — холодно; -12...-18 °С умеренно холодно; -18...-24 °С — очень холодно; < -24 °С — начинается угроза обморожения.

Ежедневные значения метеорологических параметров рассчитывались на основе как среднесуточных значений основных метеорологических элементов, так и максимально зарегистрированных за сутки. За исследуемый промежуток времени было рассчитано 3652 БПТЧ.

Статистические методы применяли для оценки интенсивных и экстенсивных показателей, средних величин, установления статистической значимости результатов исследования и их отклонений. В зависимости от характера распределения числовых признаков данные были представлены в виде значения медианы (Me), 25 и 75-го перцентилей: Me (25%; 75%) и среднего значения (M) и его стандартного отклонения (SD). Для обработки результатов использовался непараметрический метод (коэффициент ранговой корреляции Спирмена) из прикладного программного обеспечения «Microsoft Excel» и «Statistica» (V.10.0).

При проведении исследования использовались описательно-оценочный метод, метод системного анализа, метод экспертных оценок, математико-статистический метод.

Производились расчеты биоклиматических показателей тепловой чувствительности ЭТ и ЭЭТ по суточным данным, что позволило оценить степень тепловой чувствительности для любого месяца. Для оценки степени тепловой нагрузки населения рассчитывалась эффективная температура, которая является характеристикой ощущения степени тепла или холода организмом человека.

В зимний период (декабрь — февраль) Me показателей ЭТ Мозырского района находились в пределах холодных теплоощущений и умеренных тепловых нагрузок с 2014 по 2018 г.

В весенний период (март — май) Ме показателей ЭТ Мозырского района находились в пределах прохладных теплоощущений и комфортных тепловых нагрузок в 2014 г. и 2018 г.; характеризовались умеренными теплоощущениями и тепловыми нагрузками с 2015 по 2017 г.

В летний период (июнь — август) Ме показателей ЭТ Мозырского района находились в пределах комфортных тепловых нагрузок на протяжении пяти лет, находились в диапазоне умеренно теплых в 2014, 2015 и 2017 гг. или теплых теплоощущений в 2016 и 2018 гг.

В осенний период (сентябрь — ноябрь) Ме показателей ЭТ Мозырского района находились в пределах умеренной тепловой нагрузки с 2014 по 2017 гг., комфортной тепловой нагрузки в 2018 г., отмечались в диапазоне прохладных в 2018 г, умеренных в 2014, 2015, 2017 гг. и холодных теплоощущений в 2016 г. (таблица 1).

Таблица 1. — Эффективная температура Мозырского района за период 2014–2018 гг.

Показатели ЭТ за изучаемый период		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Декабрь — февраль	Min	-39,53	-24,29	-27,94	-43,66	-26,40
	Max	1,26	0,89	0,32	0,53	1,37
	Me (25;75)	-10,05 (-16,44;-5,63)	-8,09 (-11,43;-4,62)	-11,17 (-16,78;-7,70)	-11,21 (-15,46;-6,77)	-9,61 (-14,29;-6,77)
Март — май	Min	-8,54	-12,25	-14,80	-7,91	-26,98
	Max	21,86	22,27	20,98	18,41	23,38
	Me (25;75)	7,90 (1,91;13,48)	5,11 (-0,82;12,42)	5,79 (-2,78;13,39)	2,91 (-1,71;11,10)	9,02 (-5,94;15,79)
Июнь — август	Min	7,27	6,50	5,76	1,22	2,91
	Max	27,58	26,20	27,09	26,65	24,56
	Me (25;75)	17,62 (14,08;21,51)	17,86 (14,89;21,47)	19,01 (14,51;22,71)	16,58 (13,01;20,15)	19,39 (16,35;21,11)
Сентябрь — ноябрь	Min	-15,24	-12,16	-18,89	-10,01	-19,10
	Max	19,62	25,67	22,59	21,13	22,66
	Me (25;75)	5,74 (-2,53;11,19)	2,51 (-1,53;9,87)	-1,51 (-7,11;10,19)	4,71 (-1,67;10,78)	6,59 (-2,10;14,15)

Согласно оценке биоклиматического индекса ЭТ выход из зоны комфорта по теплоощущению и тепловой нагрузке на организм человека наблюдается в зимний, весенний (в 2015 и 2017 гг.) и осенний (2014–2017 гг.) периоды.

Биоклиматический показатель тепловой чувствительности ЭЭТ учитывает комплексное влияние на человека температуры, влажности воздуха и скорости ветра.

В зимний период (декабрь — февраль) Ме показателей ЭЭТ характеризовались по уровню тепловой чувствительности как умеренно холодные на протяжении пяти лет.

В весенний период (март — май) Ме показателей ЭЭТ характеризовались как прохладные в 2014 и 2018 гг., умеренно прохладные уровни тепловой чувствительности с 2015 по 2017 гг.

В летний период (июнь — август) Ме показателей ЭЭТ находились в пределах зоны комфорта на протяжении пяти лет, характеризовались по уровню тепловой чувствительности как комфортно теплые в 2016 и 2018 гг., как умеренно теплые в 2014, 2015 и 2017 гг.

В осенний период (сентябрь — ноябрь) Ме показателей ЭЭТ находились в пределах умеренно прохладных уровней тепловой чувствительности в 2014, 2015, 2017, 2018 гг., в пределах очень прохладного уровня тепловой чувствительности в 2016 г. (таблица 2).

В ходе исследования определили, что осень, весна и зима являются периодами выхода из зоны комфорта человека, что, в свою очередь, может влиять на здоровье организма и его адаптационные возможности.

Исходя из проведенного корреляционного анализа (таблица 3), между парами показателей ЭЭТ и количеством вызовов скорой медицинской помощи по поводу гипертонического криза, ЭТ и количеством вызовов скорой медицинской помощи по поводу гипертонического криза населения г. Мозыря выявлена обратная корреляционная связь (коэффициент корреляции не превышает 0,61), что свидетельствует об умеренной силе зависимости одного критерия от другого на протяжении пяти лет.

Таблица 2. — Эквивалентно-эффективная температура Мозырского района за период 2014–2018 гг.

Показатели ЭЭТ за изучаемый период		2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Декабрь – февраль	Min	-39,53	-24,29	-27,94	-43,66	-26,40
	Max	1,26	0,89	0,32	0,53	1,37
	Me (25;75)	-10,05 (-16,44;-5,63)	-8,09 (-11,43;-4,62)	-11,17 (-16,78;-7,70)	-11,21 (-15,46;-6,77)	-9,61 (-14,29;-6,77)
Март – май	Min	-8,54	-12,25	-14,80	-7,91	-26,98
	Max	21,86	22,27	20,98	18,41	23,38
	Me (25;75)	7,90 (1,91;13,48)	5,11 (-0,82;12,42)	5,79 (-2,78;13,39)	2,91 (-1,71;11,10)	9,02 (-5,94;15,79)
Июнь – август	Min	7,27	6,50	5,76	1,22	2,91
	Max	27,58	26,20	27,09	26,65	24,56
	Me (25;75)	17,62 (14,08;21,51)	17,86 (14,89;21,47)	19,01 (14,51;22,71)	16,58 (13,01;20,15)	19,39 (16,35;21,11)
Сентябрь – ноябрь	Min	-15,24	-12,16	-18,89	-10,01	-19,10
	Max	19,62	25,67	22,59	21,13	22,66
	Me (25;75)	5,74 (-2,53;11,19)	2,51 (-1,53;9,87)	-1,51 (-7,11;10,19)	4,71 (-1,67;10,78)	6,59 (-2,10;14,15)

Прослеживается общая тенденция в увеличении коэффициентов корреляции между парами показателей вне зависимости от выбранного индекса (ЭТ или ЭЭТ), что свидетельствует об отсутствии значимых различий между индексами.

Таблица 3. — Корреляционный анализ между биоклиматическими показателями тепловой чувствительности — эквивалентно-эффективной температурой (ЭЭТ), эффективной температурой (ЭТ) и количеством вызовов скорой медицинской помощи по поводу гипертонического криза населения Мозырского района за период 2014–2018 гг.

Показатели биоклиматических показателей тепловой чувствительности за изучаемый период	Эквивалентно-эффективная температура					Эффективная температура				
	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Январь	0,28	-0,14	0,05	-0,03	-0,20	0,41	0,05	-0,05	0,00	-0,13
Февраль	-0,25	-0,10	-0,02	0,26	-0,05	-0,37	0,04	0,03	0,31	-0,06
Март	-0,24	-0,12	0,03	-0,15	-0,25	-0,24	-0,23	0,01	-0,18	-0,45
Апрель	-0,16	-0,17	-0,30	-0,43	-0,36	-0,10	-0,13	-0,31	-0,33	-0,44
Май	-0,26	-0,25	0,01	-0,53	-0,36	-0,27	-0,20	0,04	-0,52	-0,36
Июнь	-0,15	0,15	-0,49	-0,29	0,14	-0,16	0,14	-0,48	-0,26	0,06
Июль	-0,27	-0,25	-0,22	-0,02	-0,55	-0,23	-0,29	-0,24	-0,16	-0,55
Август	-0,61	-0,28	-0,14	-0,37	-0,12	-0,56	-0,26	-0,17	-0,37	-0,18
Сентябрь	-0,04	-0,47	-0,23	-0,41	-0,19	-0,06	-0,43	-0,22	-0,43	-0,16
Октябрь	-0,24	0,15	-0,04	0,00	-0,19	-0,24	0,21	-0,10	-0,17	-0,21
Ноябрь	0,01	-0,06	-0,31	-0,03	-0,25	-0,05	0,08	-0,17	0,04	-0,42
Декабрь	0,12	-0,45	-0,18	0,05	-0,10	0,16	-0,36	-0,04	0,02	0,08

При оценке биоклиматических индексов ЭТ и ЭЭТ и количестве вызовов СМП по поводу гипертонического криза в подавляющем большинстве корреляция наблюдалась в периоды выхода из зоны комфорта организма.

Таким образом, между количеством вызовов скорой медицинской помощи по поводу гипертонического криза населения Мозырского района и БПТЧ ЭТ и ЭЭТ отмечается обратная умеренная связь в апреле 2018 г., мае 2017 и 2018 гг., июне 2016 г., июле 2018 г., августе 2014 и 2017 гг., сентябре

2015, 2017 гг., декабре 2015 г. Между БПТЧ ЭТ и количеством вызовов СМП по поводу гипертонического криза населения Мозырского района выявили прямую умеренную связь в январе 2014 г., обратную умеренную связь в марте и ноябре 2018 г.

Проведенное исследование позволило раскрыть некоторые особенности природных условий Мозырского района и на фактическом материале проанализировать влияние климатических и метеорологических факторов на пространственно-временное распределение степени тепловой чувствительности на региональном уровне.

Для снижения неблагоприятных последствий влияния погодных факторов на здоровье населения необходимо проведение информационно-образовательной работы с людьми, склонными к спонтанному повышению артериального давления, о влиянии погодных факторов на организм человека с целью своевременной коррекции медикаментозного лечения и проведения предупреждающих мер. Биоклиматические индексы тепловой чувствительности могут служить инструментом в разработке ряда профилактических рекомендаций врачами-специалистами. Разработан способ интерпретации оценки биоклиматических показателей тепловой чувствительности (на примере ЭТ), который позволяет определить тепловую нагрузку организма без совершения сложных математических расчетов и с минимальными затратами времени заинтересованных специалистов, что может найти применение в информационно-образовательной работе с пациентами, имеющими высокий риск развития ГК.

### Литература

1. Боголюбова, В. М. Физиотерапия и курортология / В. М. Боголюбова. — Книга I. — М.: Издательский дом БИНОМ, 2018. — 408 с.
2. Беляева, В. А. Влияние метеофакторов на частоту повышения артериального давления / В. А. Беляева // Анализ риска здоровью. — 2016. — № 4. — 17–22 с.
3. O'Neill, M. S. Modifiers of the temperature and mortality association in seven US cities / M.S. O'Neill, A. Zanobetti, J. Schwartz // American Journal Epidemiology. — 2003. — P. 1074–1082.
4. Агеев, Ф. Т. Влияние волны холода на течение заболевания, гемодинамику, углеводный обмен и реологические свойства крови у кардиологических больных / Ф. Т. Агеев [и др.] // Терапевтический архив. — 2015. — № 9. — 11–16 с.
5. Исаев, А. А. Экологическая климатология / А. А. Исаев. — М.: Научный мир, 2001. — 458 с.

Поступила 12.11.2020

## ROLE OF WATER SOURCES IN INFECTIOUS DISEASE DISTRIBUTION IN RURAL AFRICA

<sup>2</sup>Mtopa Zuberi, mtopazuberi@gmail.com,

<sup>2</sup>Janeth Mbuma, MSc, mbumaaj@gmail.com,

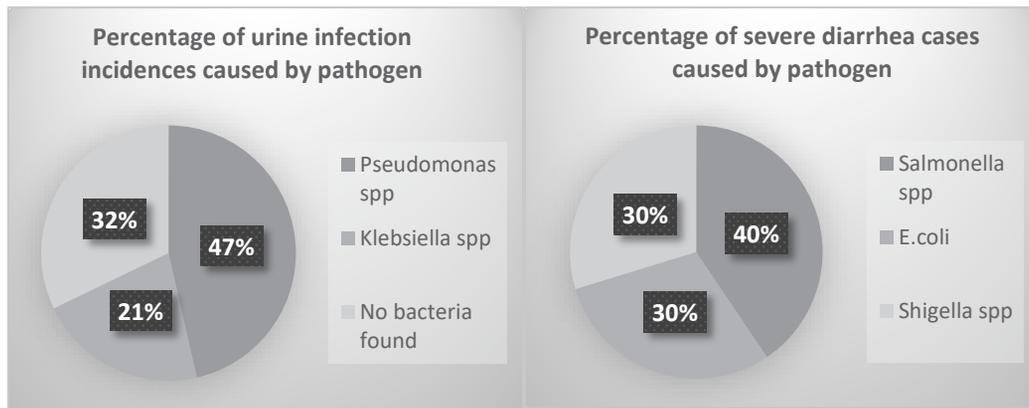
<sup>1,2</sup>Zanda Bochkava, PhD, zbochkaeva@cspmr.ru

<sup>1</sup>Federal State Budgetary Institution «Centre for Strategic Planning and Management of Biomedical Health Risks» of the Federal Medical Biological Agency, Moscow, Russia;

<sup>2</sup>College of Natural and Mathematical Sciences, University of Dodoma, Dodoma, Tanzania

Diarrheal diseases continue to be among the leading causes of mortality worldwide. In Tanzania, diarrheal diseases were the 8<sup>th</sup> leading cause of death in 2017 following HIV, neonatal disorders, lower respiratory infections, tuberculosis, malaria, heart diseases, and congenital defects [1]. Most of diarrheal diseases are known to be associated with poor water, sanitation and hygiene (WASH) and could be easily prevented by appropriate facilities. Nevertheless, many countries, including Tanzania, continue to suffer from cholera, typhoid and severe diarrhea outbreaks.

Tanzania has achieved impressive results and declared about 4 times reduction of under-five diarrhea mortality since 1980. Nevertheless, children under-five continue to be the most vulnerable group, they were reported to have about 5 episodes of diarrhea in a year. The overall prevalence of diarrhea in the country is 12% as estimated in survey in 2015–2016 [2].



**Figure 1. — Distribution of pathogenic bacteria in faeces and urine samples in Makulu village local dispensary, June 2019**

Makulu village is located in the suburb of Dodoma, the capital of United Republic of Tanzania. The Settlement Action Plan for Tanzania Strategic Cities Project indicated 14,424 people living in the village in 2010, however due to the common increase of the country population by quarter since that time and rapid urbanization, the number of people living in the village can be predicted to be about 18,000. Meanwhile, Makulu is still defined to be a rural region and most of people do not have access to centralized water supply. Still 57% of Tanzanians lack access to proper WASH conditions and have to use water from common covered and uncovered wells, tanks and pipes [3].

The aim of the study was to estimate the role of bacterial contamination of water from covered wells in distribution of some diarrhea causing pathogens, as well as to identify socio-economic factor associated with a high number of water-borne infection incidences. We screened five wells in Makulu village to estimate the prevalence of bacterial contamination of water. Thereafter, we conducted a pilot household survey to identify diarrheal diseases risk factors and monitored diagnostic test results in local microbiology laboratory to assess the role of water sources in diarrhea causing pathogens transmission.

*Salmonella* spp. and *Pseudomonas* spp. were the most common microorganisms in well water samples and among diarrhea and urinary tract infections (hereinafter – UTI) causing pathogens.

Five covered wells located in Makulu village have been chosen for microbiological screening in April 2019. Three 200 ml samples were collected from each well, and cultured in broth overnight. In the morning, we inoculated 2 ml of each sample on petri dishes with selective medium for isolation and further identification by biochemical methods. The results showed that four out of five wells were contaminated with *Salmonella* spp., and at least one sample from all five wells was found to contain *Pseudomonas* spp. bacteria. The antibiotic disc sensitivity test showed all isolates to be sensitive to both ampicillin and amoxicillin according to EUCAST standards.

Four-week monitoring the microbiology laboratory diagnostic test results in local dispensary indicated that *Salmonella* spp. and *Pseudomonas* spp. were the most common pathogens causing more than 40% of diarrhea incidences and more than 46% of urine infections in June 2019 respectively (figure 1).

*Salmonella enterica* is recognized by the World Health Organization as one of four key global causes of diarrheal diseases. Recent data on the frequency of *Salmonella enterica* in South regions of Tanzania have shown that *Salmonella* was isolated from 16.5% samples submitted by individuals with symptoms of gastrointestinal infection. Moreover, *Salmonella enterica* (both typhoidal and non-typhoidal *Salmonella*) are not only an important gastroenteritis-causing pathogen, but are also a significant burden of bloodstream infection in particular in children under five years of age in low resource countries such as those of sub-Saharan Africa. Globally, *Salmonella* diseases are estimated to be responsible for 77 500 deaths per year [4].

So far, above 2500 serotypes of *Salmonella enterica* have been defined, which are divided into two groups: typhoidal (serovars Typhi and Paratyphi A, B, C) and non-typhoidal (e. g. Typhimurium etc.) *Salmonella*.

In developed countries, infections with non-typhoidal *Salmonella* are typically of zoonotic origin while food-borne outbreaks are being described. A broad spectrum of animal products such as poultry, beef, pork and eggs, as well as contact to farm animals, have been associated with infections, which are usually limited to gastrointestinal disease. In contrast, in sub-Saharan region, *Salmonella* infections might be water-borne, because environmental and human areas overlap, and sanitation conditions are poor. Typhoidal serovars of *Salmonella enterica* cause enteric fever and the only reservoir are humans. Symptoms of typhoid include

fever, headache, muscle and stomachaches, and often later constipation or diarrhea. About 2–5 % of infected individuals become asymptomatic carriers, and they are a key reservoir of the pathogens. Although, open wells or sewers, as well as lack of sanitation facilities, have been suspected to be environmental risk factors, the mechanism of transmission from water to human host is not well understood. The observed correlation between well contamination and prevalence of bacteria in diarrhea samples allows to assume that well water can be a direct source of the pathogen in the village, nevertheless additional molecular investigation is required to answer the question accurately.

UTI are among the most common infectious diseases which threat humans of any age, an estimated 8.3 million office visits and more than 1 million hospitalizations are caused by UTI yearly. *Pseudomonas spp.* is known to be opportunistic pathogen, rarely causing severe infection in a healthy organism. Usually the bacterium infects damaged sites such as injury and surgical wounds, or respiratory tract in immunocompromised individuals. Notwithstanding *Pseudomonas spp.* accounts about 7–10% of hospital UTI incidences, most of them are constituted by catheter associated infections. Despite of the fact that pathogen is isolated from UTI samples in Tanzania, community acquired cases of *Pseudomonas spp.* UTI extremely seldom. The hypothesis of pathogen transmission from well to human organism in Makulu village is unlikely [5].

The pilot survey was conducted to identify socio-economic factors associated with severe diarrhea. One hundred questionnaires were distributed randomly among households of the village. Closed questions were combined into three parts of the questionnaire: social status, information about water supply and water use, and history of severe diarrhea incidences in the family (table 1). According to the survey common characteristics of village population is typical for the country, so more more than a half of respondents reported that nobody has a higher education in the family, and only 23% had a private water pipe, while the others had to use water from common and natural sources.

Table 1. — Socio-economic characteristics of Makulu households surveyed in the study

Socio-economic characteristics	Value	Severe diarrhea incidences			
		At least once a month (62)		Once a year or less often (38)	
		Number	%	Number	%
Highest education level in the family	None	0	0,0	1	2,6
	Primary	35	56,5	22	57,9
	Secondary	2	3,2	2	5,3
	Diploma or higher	25	40,3	13	34,2
Family income per person per month, \$	less than 10	2	3,2	2	5,3
	10 to 20	8	12,9	10	26,3
	21 to 30	9	14,5	5	13,2
	31 to 40	6	9,7	4	10,5
	41 to 50	8	12,9	4	10,5
	50 to 70	16	25,8	6	15,8
	70 to 120	13	21,0	7	18,4
	Number of children in the family	0	22	35,5	13
1 to 3		35	56,5	24	63,2
4 to 5		4	6,5	1	2,6
more than 5		1	1,6	0	0,0
Water supply	Common sources (natural water, wells, tanks, tap)	17	27,4	7	18,4
	Covered well	31	50,0	22	57,9
	Private sources (pipes to yard, buy bottles)	14	22,6	9	23,7
Typhoid incidences medical history of family	Yes	44	71,0	27	71,1
	Non	18	29,0	11	28,9

The survey didn't indicate any socio-economic factor associated with high frequency of diarrhea incidences, once a month of more often. Nevertheless, the overall prevalence of frequent severe diarrhea

in medical history of family was 64%, while 71% of respondents reported about medically confirmed typhoid incidences in the medical history of family, which is very high percentage even for the African country.

Although the exact socio-economic factors associated with diarrheal infections haven't been identified in the study, the results provided additional updated information about WASH facilities in a rural region of Tanzania. Despite of the above, the correlation between results of bacterial water quality investigation and prevalence of pathogens in clinical samples allows to suppose that well water is likely to be a source of *Salmonella spp.* and *Pseudomonas spp.* which are the most common causative agents of diarrhea and UTI in Makulua village.

## References

1. Data from the site of the Institute for Health Metrics and Evaluation [Electronic resource]. — Mode of access: <http://www.healthdata.org/tanzania>. — Date of access: 22.10.2020.
2. Tanzania Demographic and Health Survey and Malaria Indicator Survey (TDHS-MIS) 2015–16 : Final Report / Ministry of Health, Community Development, Gender, Elderly and Children (MoHCDGEC) [Tanzania Mainland], Ministry of Health (MoH) [Zanzibar], National Bureau of Statistics (NBS), Office of the Chief Government Statistician (OCGS), and ICF. — Rockville, Maryland, USA : ICF, 2016. — 630 p.
3. Salmonella (non-typhoidal) [Electronic resource] / WHO. — Mode of access: [https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-\(non-typhoidal\)](https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/salmonella-(non-typhoidal)). — Date of access: 22.10.2020.
4. The global burden of typhoid and paratyphoid fevers: a systematic analysis for the Global Burden of Disease Study 2017 / J. D. Stanaway [et al.] // *Lancet Infect Dis.* — 2019. — Vol. 19, iss. 4. — P. 369–381.
5. Etiology and Antimicrobial Susceptibility Patterns of Bacterial Agents Causing Urinary Tract Infection in Children under Five years, Dar es Salaam / D. M. Kadigi [et al.] // *Journal of Biotechnology and Immunology.* — 2020. — Vol. 2, iss. 1. — 12 p.

Поступила 13.11.2020

# ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И АНАЛИЗ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ. ТЕЗИСЫ

## СОДЕРЖАНИЕ ОСТЕОАССОЦИИРОВАННЫХ МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В СИНОВИАЛЬНОЙ ЖИДКОСТИ ПРИ ДЕФОРМИРУЮЩИХ ЗАБОЛЕВАНИЯХ СУСТАВОВ

<sup>1</sup>Бабура А. М., *anstashion1998@gmail.com*,

<sup>1</sup>Коктыш И. В., к. б. н., *drkoktysh@gmail.com*,

<sup>2</sup>Коктыш В. Т., *dr.koktysh@gmail.com*

<sup>1</sup>Учреждение образования «Международный государственный экологический институт имени А. Д. Сахарова» Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>2</sup>Учреждение здравоохранения «11-я городская клиническая больница», г. Минск, Республика Беларусь

В Республике Беларусь наблюдается тенденция к увеличению заболеваемости дегенеративными заболеваниями суставов. Остеоартрит в настоящее время является одной из самых главных проблем в ревматологии и ортопедии. На долю остеоартрита приходится 60% от всех костно-мышечных патологий. Эпидемиологические исследования показали, что остеоартритом страдает около 2% населения до 45 лет и 20–85% людей после 45 лет. Вопросы в области ранней диагностики, лечения и профилактики остеоартрита являются медицинской, экономической, а также социально-экологической проблемой. Анализ микроэлементного состава синовиальной жидкости является одним из эффективных методов в ранней диагностике остеоартрита. Синовиальная жидкость является информативной биологической жидкостью для анализа содержания микроэлементов. Микроэлементы могут играть роль кофакторов, участвующих в процессах артикулярного воспаления, а также влиять на функционирование клеточного состава и гомеостаз суставов. Нарушение содержания микроэлементов в синовиальной жидкости может отражать воздействие окружающей среды на организм человека, а также помогает в исследовании реакции организма на повышение либо понижение показателей содержания микроэлементов.

Целью исследования было установить особенности содержания остеоассоциированных микроэлементов (меди, цинка и железа) в синовиальной жидкости и оценить клиническо-патогенетическую значимость изменения микроэлементного состава при развитии остеоартрита.

Материалом исследования послужила синовиальная жидкость с информированного согласия 26 пациентов с гонартрозом и коксартрозом, проходящих лечение в 11-й городской клинической больнице, а также синовиальная жидкость 10 доноров, которые послужили контрольной группой. Концентрацию микроэлементов определяли с помощью атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (ICPE-9000, Shimadzu, Япония). Для подготовки образцов к измерениям использовали микроволновое разложение с помощью микроволновой печи (Milestone Ethos E, Италия). Статистический анализ полученных результатов проведен непараметрическими методами в программе «STATISTICA 8».

При исследовании содержания микроэлементов в синовиальной жидкости наблюдалось статистически значимое увеличение концентрации железа и снижение концентрации цинка ( $p = 0,006$ ,  $p = 0,02$ , соответственно). В то же время содержание меди в синовиальной жидкости не отличалось в исследуемых группах.

Цинк, медь и железо влияют на рост, развитие и состояние костной ткани. Нарушение микроэлементного состава в организме может приводить к различным дегенеративным и воспалительным процессам в суставах. Недостаток цинка, железа и меди приводит к повышению процесса костной резорбции, что, в свою очередь, влияет на процессы остеогенеза. Медь, являясь кофактором лизил-оксидазы, участвует в продукции коллагена, а также сшивании коллагена и эластина. Избыток меди в костной ткани приводит к нарушению костного метаболизма путем подавления остеобластической и остеокластической функции. Цинк оказывает прямое влияние на остеогенез посредством активации остеобластогенеза и минерализации, так как активировывает аминоксил-тРНК-синтазу — фермент,

который влияет на скорость трансляции при биосинтезе белков. Цинк стимулирует генную экспрессию факторов транскрипции, например Runx2. Кроме того, цинк ингибирует резорбцию костей: он тормозит образование остеокластоподобных клеток и стимулирует апоптоз зрелых остеокластов. Железо участвует в метаболизме структурных белков соединительной ткани, в частности коллагена. Дефицит железа приводит к нарушению метаболических процессов, а также влияет на процессы фосфорно-кальциевого обмена.

Полученные результаты свидетельствуют об изменениях в содержании остеоассоциированных микроэлементов в синовиальной жидкости и могут быть использованы при оценке содержания микроэлементов у пациентов с костно-мышечной патологией для корректировки их питания.

Поступила 09.11.2020

## **СРАВНЕНИЕ УРОВНЕЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА ПО РАСЧЕТНЫМ ДАННЫМ И ДАННЫМ НАТУРНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ГОРОДЕ НИЖНИЙ ТАГИЛ В РАМКАХ РАБОТ ПО ФЕДЕРАЛЬНОМУ ПРОЕКТУ «ЧИСТЫЙ ВОЗДУХ»**

*Вепринцев В. В., [veprincevv@ymrc.ru](mailto:veprincevv@ymrc.ru),  
Кузьмин Д. В., [dmitryk@ymrc.ru](mailto:dmitryk@ymrc.ru),  
Цепилова Т. М., [zaikinatm@inbox.ru](mailto:zaikinatm@inbox.ru),  
Ярушин С. В., [sergeyy@ymrc.ru](mailto:sergeyy@ymrc.ru)*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Россия

Широкое применение расчетного метода для оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха и последующего принятия управленческих решений на основании этих данных обуславливает актуальность сопоставления результатов расчетов с данными, полученными при непосредственном отборе проб атмосферного воздуха, и их последующего анализа в лаборатории или с помощью экспресс-анализаторов.

В рамках федерального проекта «Чистый воздух» было проведено исследование качества атмосферного воздуха в городе Нижний Тагил. Нижний Тагил является важным промышленным городом Урала, в нем расположены промышленные предприятия черной металлургии (ОАО «НТМК»), металлообрабатывающей промышленности — АО НПК «УВЗ», химической промышленности (ОАО «Уралхимпласт»), горнодобывающий отрасли (ОАО «ВГОК»). В качестве данных, полученных в ходе отбора проб атмосферного воздуха и последующего их анализа, использовались результаты, полученные из нескольких источников: 1) измерения для 32 веществ на пяти маршрутных постах, выполненные ФБУЗ в городе Нижний Тагил в течение 39–45 дней в зависимости от поста в 2020 г., 2) измерения по 6 веществам на двух постах, выполненные ГКУСО «Центр экологического мониторинга и контроля» в течение 218–224 дней в зависимости от поста в 2020 г., 3) данные ФГБУ «Уральское УГМС» (далее — Гидромет) за 2017 г. о среднегодовых концентрациях на четырех постах по 22 веществам. Для 1-го и 2-го источника данных оценивались средние за отбор концентрации, в том числе для веществ, имеющих в качестве норматива только предельно допустимую максимальную разовую концентрацию (далее — ПДК<sub>мр</sub>). Исследования, запланированные на 2020 г. в рамках федерального проекта «Чистый воздух», на момент написания тезисов были не закончены, однако было отобрано и проанализировано более 50% от запланированных проб. Данные Гидромета за 2020 г. на момент написания тезисов были недоступны, поэтому были использованы данные за 2017 г. как базовый год, данные по которому легли в основу для разработки программы «Чистый воздух». Данные из вышеуказанных трех источников (далее — натурные данные) использовались в совокупности. Так как на разных постах измерялось разное количество веществ, для каждого из 32 исследованных в данной работе веществ имелись данные для разного количества постов: от 5 до 10.

Расчеты среднегодовых концентраций загрязняющих веществ выполнены согласно Приказу Минприроды России от 29.11.2019 № 813 «Об утверждении правил проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха, включая их актуализацию» для расчета и оценки риска для

здоровья человека с использованием программы УПРЗА «Эколог-Город» версия 4.60.6, признанной соответствующей формулам и алгоритмам, включенным в Методы расчета рассеивания (Приказ Минприроды России от 06.06.2017 № 273). В расчетах учтены выбросы предприятий и автономных источников теплоснабжения, а также участков автодорог.

Статистическая обработка данных проводилась в программном пакете «Statistica 10.0».

Для сравнения полученных натуральных и расчетных данных по загрязнению атмосферного воздуха был проведен корреляционный анализ Спирмена между расчетными и натурными данными по всем 32 веществам. При этом сравнивался ряд расчетных концентраций и ряд концентраций, полученных в натуральных исследованиях для каждого вещества. Достоверная корреляционная связь между натурными и расчетными данными установлена только для диВанадия пентоксида (коэффициент корреляции  $r = 0,90$ ,  $p = 0,037$ ). Для прочих веществ достоверной ( $p < 0,05$ ) корреляционной связи между расчетными и натурными данными установлено не было.

Корреляционный анализ позволяет оценить связь между расчетными и натурными данными независимо от их абсолютных значений. Для оценки среднего уровня загрязнения на всех постах по расчетным и натурным данным был применен метод оценки различий между группами с использованием непараметрического критерия Вилкоксона.

Средний уровень загрязнения по натурным и расчетным данным достоверно ( $p < 0,05$ ) отличается для 25 веществ из 32. Вещества, для которых достоверного отличия между средним уровнем загрязнения по натурным и расчетным данным не обнаружено, — это азота (II) оксид, бензин, гидроцианид, диВанадий пентоксид, железа (II, III) оксиды, марганец и его соединения, углерода оксид. При этом всего для трех веществ (диВанадий пентоксид, железа (II, III) оксиды, марганец и его соединения) средние концентрации для расчетных и натуральных данных были примерно равны — не отличались друг от друга более чем в два раза. Еще для трех веществ (азота диоксид, азота оксид и гидроцианид) средние значения расчетных концентраций превышали средние концентрации, полученные в натуральных исследованиях (в 2–3 раза). Для подавляющего большинства веществ (серы диоксид, нафталин, углерод оксид, углерод, хром (в пересчете на хрома (VI) оксид), сероводород, бенз(а)пирен, керосин, свинец и его неорганические соединения, пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния 70–20 %, фенол, пыль неорганическая, содержащая диоксид кремния до 20 %, взвешенные вещества, медь (II) оксид, диАлюминий триоксид, аммиак, диметилбензол, формальдегид, бензол, бензин, никель оксид, акролеин, этилбензол, кадмий дихлорид, стирол, никель растворимые соли) наблюдался повышенный уровень загрязнения по данным натуральных исследований по сравнению с расчетными данными.

Единственное вещество, для которого наблюдался высокий и достоверный коэффициент корреляции и не наблюдалось достоверных отличий по среднему уровню загрязнения между расчетными и натурными данными, — это диВанадий пентоксид. Загрязнение воздуха диВанадием пентоксидом находится на низком уровне — ни одна из проанализированных проб на это вещество не превысила гигиенического норматива. Для двух других веществ, имевших примерно одинаковый уровень загрязнения по расчетным и по натурным данным (железа (II, III) оксиды, марганец и его соединения), средние за отбор концентрации не превышали ПДК ни на одном из постов, хотя отдельные пробы были выше среднесуточной ПДК (далее — ПДКсс).

В то же время средние за отбор пробы, превысившие ПДКсс хотя бы на одном посту наблюдались для 8 веществ из 26 имевших ПДКсс; превысившие ПДКмр хотя бы на одном посту наблюдались для 2 веществ из 20 имевших ПДКмр. Превышение гигиенических нормативов средними концентрациями на отдельных постах наблюдалось как для веществ, у которых расчетные концентрации были выше натуральных (оксиды азота), так и для веществ, у которых концентрации по натурным данным превышали расчетные (бенз(а)пирен, стирол, этилбензол, ксилол и др.)

Таким образом, полученные результаты показывают отсутствие достоверной связи между расчетными и натурными данными для большинства веществ. Четкая связь прослеживается только для одного из тридцати двух веществ — диВанадий пентоксида. Такая ситуация может быть объяснена недостаточно точной инвентаризацией источников выбросов с недооценкой выбросов по большинству веществ и с небольшой переоценкой для некоторых (оксиды азота). Превышение гигиенических нормативов при мониторинге большим количеством веществ указывает на необходимость уточнения инвентаризации источников выбросов. После уточнения инвентаризации перечень веществ для мониторинга может быть скорректирован. Исследования в рамках проекта «Чистый воздух» продолжатся в настоящее время, при получении новых данных результаты будут уточняться.

Поступила 09.11.2020

# ГИГИЕНИЧЕСКОЕ НОРМИРОВАНИЕ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ ВОДЫ СИСТЕМ ЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ С УЧЕТОМ СОВРЕМЕННОЙ ТАКСОНОМИИ МИКРООРГАНИЗМОВ

<sup>1</sup>Загайнова А. В., к. б. н., [azagaynova@cspmz.ru](mailto:azagaynova@cspmz.ru),

<sup>1</sup>Артемова Т. З., [tartyomova@cspmz.ru](mailto:tartyomova@cspmz.ru),

<sup>2</sup>Трухина Г. М., д. м. н., профессор, Заслуженный деятель науки, [trukhina@list.ru](mailto:trukhina@list.ru),

<sup>1</sup>Сухина М. А., [marinamari272015@gmail.com](mailto:marinamari272015@gmail.com)

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

Внутренние национальные стандарты и руководства ряда евразийских и североамериканских государств, а также Европейские международные руководства в качестве основных показателей при определении качества вод различного назначения определяют фекальное загрязнение, т. е. наличие в воде «колиформных бактерий» (*Total coliforms*) и в том числе фекальных колиформ (*Faecal coliforms*, включая *E. coli* и *Klebsiella*) как показателя недавнего фекального загрязнения.

В России введение в действие СанПиН 2.1.4.559–96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» явилось прогрессивным шагом к гармонизации с международными требованиями. В этом документе указывалось, что при исследовании качества питьевой воды в каждой пробе проводится определение: *термотолерантных колиформных бактерий, общих колиформных бактерий, общего микробного числа и колифагов.*

Однако за 5 лет практического применения этого документа и 19 лет частично переработанного его последователя (СанПиН 2.1.4.1074–01) выявились аспекты, свидетельствующие о недостаточной надежности качества питьевой воды в эпидемическом отношении, контролируемой по указанным в них показателям. Подтверждением служат материалы Государственных докладов «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации» главного государственного санитарного врача Российской Федерации (с 2001 по 2010 г. Г. Г. Онищенко), в которых показано, что количество нестандартных проб по бактериологическим показателям с 2001 по 2010 г. снизилось с 9,4 до 5,1 %. При этом доля нестандартных проб с обнаружением возбудителей инфекционных заболеваний возросла за это время в 2 раза, что, по словам Г. Г. Онищенко, «в значительной мере является следствием того, что выбор индикаторных микроорганизмов недостаточно адекватно отражает степень потенциальной эпидемической опасности питьевой воды». До настоящего времени ситуация не изменилась. Так, в течение 2012–2019 гг. наблюдалось снижение доли проб воды источников централизованного водоснабжения, не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям по санитарно-микробиологическим показателям (на 1,35), процент проб воды поверхностных снизился с 15,9 до 15,4 и подземных источников с 4 до 2,7. Однако в 2019 г. процент проб острых кишечных инфекций (далее — ОКИ) с установленным возбудителем составил 37,1 %, большинство из которых имели вирусную природу, тогда как ОКИ, вызванные неустановленными инфекционными возбудителями (ОКИ неустановленной этиологии), в 2019 г. сохранились на уровне предыдущих лет и составили 334,09 на 100 тыс. населения. По данным ФБУН Центральный НИИ эпидемиологии Роспотребнадзора, такой постоянно высокий уровень ОКИ с неустановленным возбудителем связан с «недостаточным уровнем внедрения современных методов лабораторных исследований, сопровождающимся высокой долей диагнозов ОКИ (> 20 %), ассоциированных с условно-патогенной микрофлорой».

В связи с тем, что общие колиформные бактерии, в соответствии с МУК 4.2.1018–01, определяются как грамотрицательные, оксидазоотрицательные, не образующие спор палочки, способные расти на дифференциальных лактозных средах, ферментирующие лактозу до кислоты, альдегида и газа при температуре (37 + 1) °С в течение 24–48 ч, для исследования воды используют только лактозные среды, в том числе Эндо (так называемый лактозный тест), основанный на бета-галак-

тозидазе. Надо сказать, что признак ферментации лактозы не устойчивый и вариабельный. В качестве примера можно привести бактерии *Klebsiella*, *Escherichia*, которые в большинстве случаев ферментируют лактозу, но также часто встречаются лактозонегативные штаммы, особенно в фекалиях человека и сточных водах, при этом они обладают патогенными и вирулентными свойствами. Вне учета в воде остаются как патогенные бактерии (*Salmonella*, *Shigella*), так и условно-патогенные бактерии, которые до недавнего времени входили в состав бактерий семейства *Enterobacteriaceae*.

Основным определяемым показателем при контроле качества воды до настоящего времени в России является показатель «общие колиформные бактерии» (ОКБ — аббревиатура принятая на территории России после 2004 г.), «колиформные бактерии» (*Total coliforms* — принята в Европейских странах) или «бактерии группы кишечных палочек» семейства *Enterobacteriaceae* (БГКП — аббревиатура принятая на территории России до 2001 г.) порядка *Enterobacteriales*. В соответствии с современной таксономией в состав ОКБ или колиформных бактерий входят следующие роды бактерий: *Citrobacter* (лактозоположительные), *Enterobacter*, *Escherichia* (лактозоположительные), *Klebsiella* (лактозоположительные), *Raoultella* и др. Показатель БГКП (аббревиатура принята с 1973 г. и действует по настоящее время в соответствии с ГОСТ 18 963–73) объединяет более широкую группу энтеробактерий порядка *Enterobacteriales*, включающего как лактозопозитивные, так и лактозонегативные бактерии целого порядка, внутри которого находится семейство *Enterobacteriaceae*: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Raoultella*, *Salmonella*, *Shigella*, *Proteus*, *Serratia*, *Morganella*, *Hafnia*, *Yersinia*.

Все перечисленные колиформные бактерии используются в качестве индикаторного показателя при определении качества воды на основании того, что эти бактерии присутствуют в кишечнике теплокровных животных, в почве, воде, на фруктах, овощах, зерне, способны длительно выживать в воде, устойчивы к обеззараживающим агентам, их наличие в воде свидетельствует о недавнем фекальном загрязнении. Входящие в эту подгруппу микроорганизмы весьма разнообразны по особенностям экологии, кругу хозяев, а также патогенности для человека, животных, насекомых и растений. Многие виды могут вызвать желудочно-кишечные заболевания, многие могут служить оппортунистическими инфекциями (бактериемии, менингит, а также инфекции мочевыводящих путей, дыхательных путей и раневых поверхностей), 50 % бактерий этой группы могут стать причиной внутрибольничных инфекций: наиболее часто их вызывают *E. coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Salmonella*, *Proteus*, *Providencia* и *Serratia*. Исторически эти грамотрицательные, лактозоположительные и лактозоотрицательные бактерии были объединены в семейство *Enterobacteriaceae* — группу бактерий кишечной палочки, так как все они обладают одинаковыми признаками: способны ферментировать D-глюкозу, согласно «Краткому определителю Берджи», оксидазоотрицательные, каталазоположительные, индолаотрицательные, под слоем пептидогликана у них имеется особая структура, которой нет у грамположительных бактерий, — периплазматическое пространство, заполненное гидролитическими ферментами —  $\beta$ -лактамазой, рибонуклеазой 1 и фосфатазой. К этому же семейству *Enterobacteriaceae* до недавнего времени относились лактозонегативные бактерии, имеющие большое клиническое значение: *Proteus*, *Serratia*, *Morganella*, *Hafnia*, *Yersinia*, которые в настоящее время выделены в отдельные роды порядка *Enterobacteriales*.

В связи с тем, что все вышеперечисленные бактерии порядка *Enterobacteriales* обладают общими признаками — грамнегативные, оксидазоотрицательные, указывающие на фекальное загрязнение воды, способные расти на дифференциальных, в том числе лактозных, средах, целесообразнее было бы проводить исследования по оценке качества воды с учетом всех выросших колоний на среде Эндо или других дифференциальных средах, обладающих общими вышеперечисленными признаками с подтверждением по ферментации углеводов, включая глюкозный и лактозный признак, что дало бы возможность своевременно определить наличие в воде всех фекальных колиформных бактерий, так называемых обобщенных колиформных бактерий (целесообразно оставить общепринятую аббревиатуру ОКБ), в том числе патогенных и лактозонегативных бактерий, представляющих эпидемическую опасность, что являлось бы экономически более эффективным и выгодным в плане стоимости проведения исследований и предупреждения заболеваний, связанных с водным путем распространения инфекции.

Поступила 03.12.2020

# СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ АНАЛИТИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК ИММУНОФЛУОРЕСЦЕНТНОГО АНАЛИЗА ПРОСТАТИЧЕСКОГО СПЕЦИФИЧЕСКОГО АНТИГЕНА ДЛЯ ЦЕЛЕЙ МАССОВОГО СКРИНИНГА И МОНИТОРИНГА НАСЕЛЕНИЯ

<sup>1</sup>Мельникова Я. И., *univer.yanina@gmail.com*,

<sup>1</sup>Коктыш И. В., к. б. н., *drkoktysz@gmail.com*,

<sup>1</sup>Калугина Т. С., *tatsianakaluhina@gmail.com*,

<sup>2</sup>Кулакович О. С., к. х. н., *o.kulakovich@ifanbel.bas-net.by*,

<sup>2</sup>Романенко А. А., *a.ramanenka@ifanbel.bas-net.by*,

<sup>1</sup>Маскевич С. А., д. физ.-мат. наук, профессор, *sergei.maskevich@gmail.com*

<sup>1</sup>Международный государственный экологический университет имени А. Д. Сахарова Белорусского государственного университета, г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>2</sup>Государственное научное учреждение «Институт физики имени Б. И. Степанова Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время простатический специфический антиген (далее — ПСА) рассматривается не только как биомаркер простатических раков у мужчин и непростатических раков у мужчин и женщин. Многочисленными исследованиями доказано, что ПСА обладает ингибирующим действием на рост клеток, проявляет антиканцерогенетический и антиангиогенетический эффекты и индуцирует апоптоз. В свете этих данных лабораторный анализ и мониторинг уровня сывороточного ПСА как у мужчин, так и у женщин может предоставить значимую информацию в процессе донозологической диагностики и контроля проводимых терапевтических мероприятий. Для этих целей необходимо повысить чувствительность существующих иммунохимических методов, используемых при лабораторном тестировании. Целью наших исследований было усовершенствование аналитических характеристик иммунофлуоресцентной тест-системы количественного определения ПСА с использованием плазмонного эффекта наночастиц серебра.

Пленки из наночастиц серебра формировались на поверхности полистирола по стандартной методике и покрывались слоями полианионов — полидиаллилдиметиламмоний хлорид (ПДАДМАХ, 1 г/л, Sigma, США) и поли-L-лизин гидробромид (20 мкг/мл, Sigma, США) в различной комбинации и в условиях разной ионной силы раствора. Иммунохимическая тест-система включала конкурентный анализ связывания возрастающих количеств ПСА с моноклональными антителами: МАТ 1 (Abcam, США) иммобилизованными на твердой фазе и МАТ-ФИТЦ (Abcam, США). Используемая длина волны возбуждения составила 460 нм с эмиссией при 518 нм.

В результате проведенных экспериментов было установлено, что при покрытии поверхности пленки из наночастиц серебра монослоем поликатионного электролита поли-L-лизин константа взаимодействия МАТ-ФИТЦ с ПСА возрастает в 2,34 раза по сравнению с контролем (полистирол) и 2,1 раза по сравнению с экспериментом, в котором полистирол был покрыт монослоем поли-L-лизина. При использовании в аналогичных экспериментальных условиях полидиаллилдиметиламмоний хлорид (далее — ПДАДМАХ) константа взаимодействия наблюдается пятикратное увеличение значения констант взаимодействия МАТ-ФИТЦ с ПСА.

Наблюдаемое увеличение значений констант взаимодействия моноклональных антител антиПСА-ФИТЦ с комплексом антиПСА-МАТ1-ПСА на твердой фазе происходит с одной стороны в результате возрастания сорбционной емкости твердой фазы благодаря наличию слоев полиэлектролитов, а с другой стороны отражает влияние сильнозаряженного поликатионного электролита на конформационную динамику молекул антител. Таким образом, аналитические характеристики иммунофлуоресцентной тест-системы определения ПСА могут быть существенно повышены за счет подбора вида полиэлектролита для покрытия нанопленок серебра.

Поступила 30.11.2020

## ЭНДОКРИННЫЕ РАЗРУШИТЕЛИ — ОДНА ИЗ ПРОБЛЕМ ОБЩЕСТВЕННОГО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА

*Пынзару Ю. В., к. м. н., доцент, iurie.pinzaru@ansp.gov.md,  
Сырку Р. Ф., к. б. н., доцент, raisasircu@mail.ru,  
Берник В. П., к. м. н., доцент, vladimir.bernic@ansp.gov.md,  
Бебых В. П., к. м. н., доцент, vladbebih1952@gmail.com,  
Завтони М. Н., к. м. н., mariana.zavtoni@ansp.gov.md*

Национальное Агентство Общественного Здоровья, г. Кишинев, Республика Молдова

Химические вещества стали неотъемлемой частью нашей жизни, однако существуют и риски для здоровья, связанные с их воздействием. Так, применение пестицидов с целью получения богатого урожая может привести к экологическим последствиям, неблагоприятно отражаться на здоровье работников, занятых их производством, применением на полях. В Республике Молдова в среднем используется 2100 тонн пестицидов в год. Количество их наименований выросло с 903 в 2018 г. до 932 в 2019 г. В прошлом году наиболее часто использовались фунгициды, гербициды, инсектициды, соответственно 335, 309 и 214 наименований.

В последние годы серьезной проблемой для общественного здравоохранения Республики Молдова стали химические вещества, нарушающие работу эндокринной системы (эндокринные разрушители) или влияющие на уровни гормонов. Из общего числа пестицидов, использованных в 2019 г., 179 их наименований — средства защиты растений, оказывающие влияние на эндокринную систему. Из них инсектицидов / акарицидов — 65 препаратов (36,3%), фунгицидов — 57 (31,8%), гербицидов — 44 (24,6%), химических препаратов для обработки семенного материала — 13 (7,3%). Известно, что в результате воздействия эндокринных разрушителей могут нарушаться взаимодействие организма человека с окружающей средой, развитие, адаптация и поддержка биологических и физиологических функций и здоровья, ухудшая, таким образом, качество жизни человека и даже само его выживание. В Молдове ежегодно выявляется свыше 10 000 заболевших сахарным диабетом, только в 2017 г. общее число лиц с сахарным диабетом составило 105 000 человек. Сахарный диабет является одной из серьезных социально-экономических, медико-социальных и демографических проблем, характеризуется хроническим течением, склонностью к прогрессированию и развитию осложнений. Существующая ситуация представляет собой одну из главных проблем в области общественного здравоохранения на национальном уровне, что требует проведения исследований для оценки рисков для здоровья, связанных с эндокринными разрушителями.

С целью адекватного реагирования на существующие проблемы в этой области и в соответствии с приоритетами и стратегическими направлениями Национальной программы в областях исследований и инноваций на 2020–2023 гг. научная лаборатория «Химические опасности и токсикология» в 2020 г. приступила к выполнению научно-практических исследований на тему «Оценка риска для здоровья человека, связанного с воздействием приоритетных химических веществ в Молдове». Цель — оценить риск воздействия эндокринных разрушителей, характерных для Республики Молдова, а также разработать профилактические меры, которые будут включены в законодательные, нормативные и инструктивные акты.

Проводимые нами исследования по воздействию эндокринных разрушителей для уязвимых групп населения являются актуальными. Результаты научно-практических исследований будут способствовать разработке национальной политики в области профилактики и контроля эндокринных заболеваний, обусловленных действием эндокринных разрушителей, с положительным социальным и экономическим эффектом. Учитывая глобальный характер проблемы эндокринных разрушителей, приглашаем к сотрудничеству заинтересованные учреждения, ученых и специалистов.

Поступила 28.10.2020

# ОБОСНОВАНИЕ КРИТЕРИЕВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РИСКА ЗДОРОВЬЮ ПРИ КОМПЛЕКСНОМ ВОЗДЕЙСТВИИ МЕТАЛЛОВ И ИХ СОЕДИНЕНИЙ НА ОРГАНИЗМ ЧЕЛОВЕКА

Соколов С. М., д. м. н., профессор, [risk.factors@rspch.by](mailto:risk.factors@rspch.by),  
Пшегрода А. Е., [risk.factors@rspch.by](mailto:risk.factors@rspch.by),  
Ганькин А. Н., к. м. н., [risk.factors@rspch.by](mailto:risk.factors@rspch.by)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В настоящее время насчитывается более 224 соединений металлов, большинство из которых способны вызывать общетоксические эффекты при воздействии на организм человека.

При этом наибольший риск для здоровья представляют металлы и их соединения, относящиеся к чрезвычайно опасным и опасным химическим соединениям (1-й и 2-й класс опасности): свинец, цинк, кадмий, мышьяк, ртуть и др. Указанные металлы характеризуются широкой распространенностью на селитебных территориях населенных мест, а также высокой токсичностью, в том числе при комплексном воздействии на организмы.

Необходимо отметить, что указанные соединения обладают высокой степенью материальной кумуляции, вступают в различные химические реакции, что, в свою очередь, приводит к нарушению процессов метаболизма.

Для оценки содержания металлов и их соединений в различных объектах окружающей среды (питьевой воде, почве, атмосферном воздухе и продуктах питания) отобрано около 300 проб и проведено определение общепринятыми методами свинца (Pb), цинка (Zn), кадмия (Cd), мышьяка (As), ртути (Hg), меди (Cu), хрома (Cr), никеля (Ni), марганца (Mn), железа (Fe), алюминия (Al) и олова (Sn).

При определении уровней риска для здоровья в условиях комплексного поступления металлов и их соединений в организм использовали следующие критерии:

- 1) потенциальный риск при кратковременном действии металлов и их соединений;
- 2) потенциальный риск при хроническом воздействии металлов и их соединений;
- 3) коэффициент опасности при кратковременном воздействии металлов и их соединений;
- 4) индекс опасности при кратковременном воздействии металлов и их соединений;
- 5) коэффициент опасности при хроническом воздействии металлов и их соединений;
- 6) индекс опасности при хроническом воздействии металлов и их соединений;
- 7) индивидуальный канцерогенный риск при воздействии металлов и их соединений.

На основании проведенных исследований определены градации риска для здоровья при комплексном воздействии металлов и их соединений на организм человека при кратковременном действии:

приемлемый — до 5 % (или до 0,05 в долях единицы). При этом практически исключается рост заболеваемости населения, связанный с воздействием указанных факторов;

удовлетворительный — от 5 % до 16 % (или 0,05–0,16 в долях единицы). Возможны частые случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора (рефлекторные реакции, тенденции к росту общей заболеваемости);

опасный — более 50 % (более 0,50 в долях единицы). Возможны массовые случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, статистически достоверный рост общей заболеваемости;

чрезвычайно опасный — близкий к 100 % (или 1). При этом загрязнение окружающей среды перешло в иное качественное состояние (появление случаев острого отравления, изменение структуры заболеваемости, тенденция к росту смертности и пр.), что должно оцениваться с использованием иных, более специфических моделей.

Также определены градации потенциального риска для здоровья при длительном (хроническом) воздействии металлов и их соединений на организм человека:

приемлемый — до 5 % (или до 0,05 в долях единицы). Практически исключается рост заболеваемости населения, связанный с воздействием оцениваемого фактора, а состояние дискомфорта может проявляться лишь в единичных случаях у особо чувствительных людей;

удовлетворительный — от 5 % до 16 % (или 0,05–0,16 в долях единицы). Возможны частые случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого

фактора, тенденция к росту общей заболеваемости, обычно отслеживаемая по данным медицинской статистики или при проведении специальных исследований;

— неудовлетворительный — от 16 % до 50 % (или 0,16–0,50 в долях единицы). Возможны систематические жалобы населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора: рефлекторные реакции, тенденция роста общей заболеваемости, которая носит статистически достоверный характер;

— опасный — более 50 % (более 0,50 в долях единицы). Возможны массовые случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора, при тенденции к росту общей заболеваемости, которая, как правило, носит достоверный характер: появление патологии, специфически связанной с воздействующим фактором;

— чрезвычайно опасный — близкий к 100 % (или 1). Загрязнение окружающей среды в данном случае перешло в иное качественное состояние: появление случаев острого отравления, изменение структуры заболеваемости, тенденции к росту смертности и пр.), которая должно оцениваться с использованием иных, более специфических моделей.

Индивидуальный канцерогенный риск металлов и их соединений следует оценивать для канцерогенов группы А по следующим критериям:

— приемлемый —  $1 \times 10^{-6}$  и менее ( $CR \leq 1 \times 10^{-6}$ ), данный риск характеризуется фоновым уровнем онкологической заболеваемости и не требует никаких дополнительных мероприятий;

— допустимый —  $1 \times 10^{-6}$ – $1 \times 10^{-4}$  ( $1 \times 10^{-6} < CR \leq 1 \times 10^{-4}$ ), отмечается тенденция к росту фонового уровня заболеваемости. Данные уровни подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению;

— неприемлемый — более  $1 \times 10^{-4}$  ( $CR > 1 \times 10^{-4}$ ), при данном уровне риска отмечается достоверное превышение фонового уровня онкологической заболеваемости. При этом требуется разработка и проведение плановых оздоровительных мероприятий.

Потенциальный канцерогенный риск металлов и их соединений следует оценивать для канцерогенов группы В, С по следующим критериям:

— приемлемый —  $1 < 10^{-4}$  и менее ( $CR \leq 1 \times 10^{-4}$ ), приемлемый риск характеризуется фоновым уровнем онкологической заболеваемости и не требует никаких дополнительных мероприятий;

— допустимый —  $1 \times 10^{-4}$ – $1 \times 10^{-3}$  ( $1 \times 10^{-4} < CR \leq 1 \times 10^{-3}$ ), при допустимом уровне риска отмечается тенденция к росту фонового уровня заболеваемости. Данные уровни подлежат постоянному контролю;

— неприемлемый — более  $1 \times 10^{-3}$  ( $CR > 1 \times 10^{-3}$ ), при неприемлемом уровне отмечается достоверное превышение фонового уровня онкологической заболеваемости. Появление такого риска требует разработки проведения плановых оздоровительных мероприятий.

Таким образом, с учетом проведенных исследований обоснован перечень приоритетных металлов и их соединений, в который вошли: свинец, цинк, кадмий, мышьяк, ртуть, медь, хром, никель, марганец, железо, алюминий и олово, а также пути их поступления в организм человека: ингаляционный, пероральный, трансдермальный. Разработан перечень для определения уровней приемлемого риска для здоровья при кратковременном и хроническом воздействии на организм человека металлов и их соединений, включающий следующие критерии: потенциальный риск при кратковременном действии, потенциальный риск при хроническом воздействии, коэффициент опасности при кратковременном и хроническом воздействии, индекс опасности при кратковременном и хроническом воздействии и индивидуальный канцерогенный риск.

Поступила 13.11.2020

# СРАВНИТЕЛЬНАЯ ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ МНОГОКОМПОНЕНТНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА ТЕРРИТОРИЙ ПО ЗНАЧЕНИЯМ ФОНОВЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ

Соколов С. М., д. м. н., профессор, *risk.factors@rspch.by*,

Ганькин А. Н., к. м. н., *risk.factors@rspch.by*,

Позняк И. С., к. б. н., *risk.factors@rspch.by*,

Пшегрода А. Е., *risk.factors@rspch.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Охрана воздушного бассейна, загрязняемого выбросами предприятий промышленности, энергетики и транспорта, является одним из важнейших факторов здоровья, связанным со средой обитания населения. Оценка загрязнения воздуха населенных мест приобретает особую актуальность в тех случаях, когда в сложившихся условиях не удается обеспечить соблюдение предельно допустимых концентраций.

Установлено, что при каждом удвоении суммарного загрязнения атмосферы, заболеваемость населения увеличивается. При этом относительный риск заработать болезни органов дыхания, сердечно-сосудистой системы возрастает на 24% и 12% соответственно. Относительный риск заболеть злокачественными новообразованиями возрастает на 5% при каждом удвоении суммарного загрязнения воздуха (Просвирякова И. А., 2018).

Для проведения сравнительного анализа загрязнения атмосферного воздуха территорий Республики Беларусь по фоновым концентрациям загрязняющих веществ использована информация, содержащаяся в справках о значениях фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере, метеорологических характеристиках и коэффициентах, определяющих условия рассеивания загрязняющих веществ в воздухе.

В сравнительный анализ фоновых концентраций были включены следующие вещества: твердые частицы (недифференцированная по составу пыль / аэрозоль), твердые частицы фракции до 10 мкм, серы диоксид, углерода оксид, азота диоксид, фенол, аммиак, формальдегид, свинец, кадмий, сероводород, бензол.

Гигиеническая оценка степени опасности многокомпонентного загрязнения атмосферы проведена по величине суммарного показателя «Р», учитывающего характер комбинированного действия загрязняющих веществ, кратность превышения ПДК, класс опасности, количество совместно присутствующих загрязняющих веществ в атмосфере; расчет показателя проводился по формуле:

$$P_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2}, \quad (1)$$

где  $P_i$  — суммарный показатель загрязнения;

$K_i$  — «нормированные» по ПДК концентрации веществ 1, 2, 4 классов опасности, «приведенные» к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности по коэффициентам изоэффективности.

Фактическое загрязнение атмосферы населенных мест оценивается в зависимости от величины показателя «Р» по пяти степеням согласно инструкции по применению «Методика оценки риска здоровью населения факторов среды обитания» (утвержденной заместителем Министра здравоохранения Республики Беларусь 08.06.2012 г., № 025–1211) (таблица 1).

Таблица 1. — Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферы комплексом веществ

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя «Р» при числе загрязнителей атмосферы			
	2–3	4–9	10–20	20 и более
I — допустимая	До 1,0	До 1,9	До 3,1	До 4,4
II — слабая	1,1–2,0	2,0–3,0	3,2–4,0	4,5–5,0

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя «Р» при числе загрязнителей атмосферы			
	2-3	4-9	10-20	20 и более
III — умеренная	2,1-4,0	3,1-6,0	4,1-8,0	5,1-10,0
IV — сильная	4,1-8,0	6,1-12,0	8,1-16,0	10,1-20,0
V — опасная	8,1 и выше	12,1 и выше	16,1 и выше	20,1 и выше

Сформированная база значений фоновых концентраций включала в себя данные по 450 территориально-промышленным единицам, распределенным по областям Республики Беларусь (включая г. Минск).

Проведенная статистическая обработка данных включала в себя расчет и анализ средних значений и стандартных отклонений, ошибки среднего, доверительных интервалов, а также методы, используемые в сравнительной статистике t-критерия Стьюдента, при уровне статистической значимости  $p < 0,05$ .

Распределение территориально-промышленных единиц по областям было следующее: Брестская область — 34; Витебская область — 19; Гомельская область — 43; Гродненская область — 39; Минская область, включая г. Минск, — 322; Могилевская область — 73.

В атмосферном воздухе территориально-промышленных единиц получены следующие средние значения концентраций загрязняющих веществ: твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) —  $79,26 \pm 25,05$  мкг/м<sup>3</sup>, твердые частицы фракции до 10 микрон  $10,90 \pm 10,05$  мкг/м<sup>3</sup>, серы диоксид  $34,12 \pm 9,10$  мкг/м<sup>3</sup>, углерода оксид  $821,17 \pm 259,59$  мкг/м<sup>3</sup>, азота диоксид  $45,27 \pm 20,64$  мкг/м<sup>3</sup>, фенол  $2,95 \pm 0,75$  мкг/м<sup>3</sup>, аммиак  $52,38 \pm 7,82$  мкг/м<sup>3</sup>, формальдегид  $17,89 \pm 1,59$  мкг/м<sup>3</sup>, свинец и его неорганические соединения  $0,05 \pm 0,04$  мкг/м<sup>3</sup>, кадмий и его соединения  $0,01 \pm 0,003$  мкг/м<sup>3</sup>, сероводород  $2,92 \pm 0,17$  мкг/м<sup>3</sup>, бензол  $4,38 \pm 2,49$  мкг/м<sup>3</sup>. Результаты анализа фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе областей Республики Беларусь свидетельствуют о статистически значимых различиях в уровнях фоновых концентраций твердых частиц фракции 10 мкм.

Также установлено, что статистически значимые различия (при  $p < 0,05$ ) в уровнях фоновых концентраций твердых частиц фракции 10 мкм, азота диоксида и свинца и его неорганических соединений наблюдаются в г. Минске ( $m = 58,67$ ; 95 % ДИ = 31,86; 85,48;  $m = 74,88$ ; 95 % ДИ = 42,01; 107,74 и  $m = 0,13$ ; 95 % ДИ = 0,077; 0,18 соответственно).

Для территории г. Минска статистически значимые отличия (при  $p < 0,05$ ) в максимальных значениях комплексного показателя «Р» и комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (далее — КИЗА) установлены в районах ул. Варшавени, ул. Уральская, ул. Тимирязева, ул. Минина и ул. Корженевского. Значения комплексных показателей загрязнения атмосферного воздуха на данных территориях варьировали от  $1,741 \pm 0,151$  до  $2,015 \pm 0,25$  — КИЗА и от  $2,125 \pm 0,30$  до  $2,51 \pm 0,49$  для комплексного показателя «Р».

Таким образом, в ходе проведенного анализа установлена статистически значимая неоднородность степени загрязнения атмосферного воздуха, полученные результаты позволили обосновать выбор репрезентативных территориально-промышленных единиц, отличающихся по степени загрязнения атмосферного воздуха с целью дальнейшего детального анализа взаимосвязи показателей заболеваемости и степени загрязнения атмосферы.

Поступила 13.11.2020

# ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ПРИРОДНЫХ ФЛАВОНОИДОВ НА СВОБОДНО РАДИКАЛЬНЫЕ ПРОЦЕССЫ В МОДЕЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ

<sup>1</sup>Сперанская Е. Ч., к. б. н., доцент, *selena55-55@mail.ru*,

<sup>2</sup>Маслова Г. Т., к. б. н., доцент,

<sup>2</sup>Полюхович Г. С.,

<sup>1</sup>Приступа В. Ч., к. м. н., доцент

<sup>1</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет», г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь

Каротиноиды, как известно, являются эффективным средством для профилактики наиболее распространенных заболеваний, развитие которых связано с активацией свободнорадикального окисления. Источником свободных радикалов может быть несбалансированное перекисное окисление липидов в условиях снижения активности антиоксидантной системы. Одним из возможных механизмов защитного действия каротиноидов является дезактивация высокореакционных свободных радикалов кислорода, перекисей, ксенобиотиков, которые могут быть причиной возникновения ряда патологий: канцерогенеза, мутагенеза, сосудистых нарушений.

$\beta$ -каротин обнаруживается в плазме крови, тканях и органах человека и животных после употребления пищи, обогащенной  $\beta$ -каротином. Концентрация его в плазме крови человека при ежедневном приеме в дозе 12 или 30 мг повышалась. Убедительно показано снижение содержания  $\beta$ -каротина в плазме крови курящих, онкологических больных и больных алкоголизмом.

Установлено, что наряду с провитаминовой функцией  $\beta$ -каротин и перечень других каротиноидов обладают собственной биологической функцией, связанной с их способностью инактивировать синглетный кислород и свободные радикалы при низких парциальных давлениях кислорода, характерных для физиологического состояния тканей живого организма, и выступать как липидорастворимый антиоксидант. В связи с этим становится актуальным активное применение  $\beta$ -каротина для предупреждения или коррекции вредных воздействий окружающей среды.

В связи с вышесказанным представлялось целесообразным провести анализ влияния  $\beta$ -каротина на интенсивность свободнорадикальных процессов в крови и тканях, а также на антиоксидантную систему крови при хроническом отравлении нитритом натрия.

В настоящем сообщении представлены данные о влиянии  $\beta$ -каротина (в составе каротиноидной пасты) на перекисное окисление липидов (ПОЛ) в условиях *in vivo* и *in vitro*. В качестве модели ПОЛ *in vivo* нами было выбрано острое отравление крыс четыреххлористым углеродом (25 мкл/100 г массы тела). Каротиноидная паста (доза  $\beta$ -каротина 20 мг/кг) вводилась внутривентрикулярно дважды: за сутки и 3 часа до введения  $CCl_4$ . Контрольным животным вводили растворитель — вазелиновое масло, либо каротиноидную пасту. Через 2 часа после введения  $CCl_4$  в гомогенатах перфузированной раствором 0,9% NaCl печени определяли содержание первичных продуктов ПОЛ — диеновых конъюгатов (ДК), активность глутатионзависимых ферментов: глутатионредуктазы (КФ 1.6.4.2), глутатионпероксидазы (КФ 1.11.1.9), а также уровень восстановленного глутатиона. В модельных системах *in vitro* исследовали антиокислительную активность каротиноидной пасты и чистого  $\beta$ -каротина методом индуцированной хемилюминесценции.

Полученные результаты показали, что через 2 часа после введения  $CCl_4$  процессы перекисного окисления липидов значительно активировались, о чем свидетельствовало интенсивное образование диеновых конъюгатов ( $199,7 \pm 23$  нмоль/г ткани, контроль =  $11,3 \pm 17$ ) при одновременном снижении содержания восстановленного глутатиона в среднем на 40%. Учитывая стабильность активности глутатионзависимых ферментов, можно полагать, что этот важный регуляторный компонент клетки расходовался при непосредственном восстановлении образующихся гидроперекисей липидов. Предварительное введение каротиноидной пасты снижало образование диеновых конъюгатов в гомогенатах печени до  $63,6 \pm 10,6$  нмоль/г ткани (процент ингибирования 60%), а также способствовало сохранению уровня восстановленного глутатиона в условиях  $CCl_4$  отравления, что характерно и для других антиоксидантов.

Антиоксидантный эффект каротиноидной пасты и чистого каротина подтвержден нами в исследованиях *in vitro*. Для этого исследовали их влияние на хемилюминесценцию, сопровождающую

свободнорадикальное каталитическое разложение перекиси водорода гемом. Для сравнения использовали известные антиоксиданты — ионол, рутин, аскорбиновую кислоту. Об антиоксидательной активности судили по показателю  $IC_{50}$ , соответствующему концентрации вещества, способной снижать светосумму хемилюминесценции в 2 раза. Сравнительный анализ показал, что  $IC_{50}$  для ионола составляет  $2 \times 10^{-7}$  М, аскорбиновой кислоты —  $2,4 \times 10^{-7}$  М, рутина —  $3,0 \times 10^{-7}$  М, каротиноидной пасты —  $4,0 \times 10^{-6}$  М (в пересчете на чистый  $\beta$ -каротин) и самого  $\beta$ -каротина —  $3,8 \times 10^{-6}$  М, т. е. антиоксидательная активность  $\beta$ -каротина соизмерима с активностью известных и широко применяемых антиоксидантов.

Таким образом, полученные данные выявили защитное действие каротиноидной пасты (основной компонент  $\beta$ -каротин) при активации свободнорадикального окисления, что свидетельствует о перспективности применения каротиноидов при «окислительном стрессе», вызванном радикализирующими факторами окружающей среды.

Поступила 01.11.2020

## ДИНАМИКА ЛЕТАЛЬНОСТИ ПРИ ОСТРЫХ НЕПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОТРАВЛЕНИЯХ ХИМИЧЕСКОЙ ЭТИОЛОГИИ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

<sup>1</sup>Стынкэ К. А., *stincakristina@mail.ru*,

<sup>1</sup>Тону Т. С.,

<sup>1,2</sup>Пынзару Ю. В., д. м. н., *stincakristina@mail.ru*

<sup>1</sup>Национальное агентство общественного здоровья, г. Кишинев, Республика Молдова;

<sup>2</sup>Государственный Университет Медицины и Фармакологии имени Николае Тестемицану, г. Кишинев, Республика Молдова

В настоящее время в мире доступны для использования миллионы натуральных и синтетических химикатов, более 3000 из которых могут вызывать серьезные проблемы со здоровьем. Токсичные примеси и препараты окружают нас повсюду — в домах, во дворе, на работе, на игровой площадке, а также присутствуют в воздухе и питьевой воде. Различные химические вещества, включая пестициды, товары бытовой химии, газы, лекарственные средства, алкоголь и т. д., с которыми ежедневно контактирует население, при многочисленных обстоятельствах могут вызывать острые отравления, в некоторых случаях со смертельным исходом. В Республике Молдова острые непрофессиональные отравления химической этиологии, в том числе смертельные случаи, являются одной из приоритетных проблем системы государственного надзора общественного здравоохранения.

Цель исследования: анализ динамики острых непрофессиональных отравлений химической этиологии с летальным исходом и установление основных веществ, которые их вызывают.

Материалом для статистического анализа послужили данные статистических форм № 18-сзн. «Статистический отчет о государственном надзоре и контроле за состоянием здоровья населения на уровне района, муниципалитета» и № 360-1/е «Регистр лиц с острым непрофессиональным экзогенным отравлением химической этиологии» за 2011–2019 гг.

Всего за 2011–2019 гг. зарегистрировано 32 092 случая отравления химическими веществами. Общее количество летальных случаев составило 1105 (3,4%) смертей, из них 38 (3,4%) — среди детей. Наибольшее количество смертей от острых химических отравлений было выявлено в 2013–2014 гг. — 438 умерших, из них 8 детей (1,8%). В последующем с 2014 г. зарегистрировано снижение числа случаев острых отравлений с летальным исходом в 4,3 раза: с 219 случаев (2014 г.) до 51 случая смертей (2019 г.).

В разрезе структуры отравлений по нозологическим формам следует отметить, что смертность при отравлении алкоголем составила преобладающее количество случаев, зарегистрированных у 458 человек — 41,5% от общего количества умерших. На втором месте среди причин смерти находились отравления газами, в том числе угарным газом — 349 (31,5%) случаев. Далее идут отравления пестицидами и лекарственными препаратами: 71 (6,4%) и 44 (4%) смерти соответственно. Причиной остальных 183 смертельных случаев (16,6%) являлись другие токсические химические вещества, в том числе растворители, кислоты, нитраты и т. д.

В среднем около 85 % случаев смерти при отравлениях происходили случайно, а 15 % случаев — в результате преднамеренного употребления различных химических веществ с целью самоубийства. Чаще всего токсическое воздействие вызвано алкоголем при его избыточном употреблении или употреблении некачественных спиртных напитков, лекарственными препаратами — при чрезмерном или неправильном приеме. Другим фактором риска для смертельных случаев является неправильная эксплуатация печей, газовых плит и других установок, особенно в холодный период времени года, которые вызывают острое отравление газом. Что касается пестицидов, то в большинстве случаев причиной отравлений, порой смертельных, является неосторожное обращение, неправильное хранение, нарушение техники безопасности при работе с токсичными веществами, а также низкая осведомленность людей о рисках и токсичности данных веществ.

Касательно суицидальных отравлений, в частности при использовании химических веществ (лекарства, пестициды, кислоты), их число, к сожалению, остается велико, а число демонстративных попыток в разы больше.

Таким образом, любая неосторожность в отношении использования химических веществ может привести к серьезным последствиям для здоровья человека и даже к смерти. С 2014 по 2019 г. доля смертей от острых химических отравлений снизилась в Республике Молдова в 4,3 раза благодаря вкладу специалистов общественного здравоохранения и семейных врачей в информирование населения об опасности химических веществ для здоровья. Алкоголь, токсические газы, лекарства и пестициды — основные химические вещества, вызывающие острые отравления с летальным исходом. Проведенный анализ динамики острых непрофессиональных отравлений химической этиологии с летальным исходом, выявление основных веществ, которые их вызывают, способствуют разработке новых целей и мер, направленных на укрепление здоровья и повышение осведомленности населения о важности химической безопасности.

Поступила 30.11.2020

## **ОЦЕНКА ВКЛАДА ПРЕОБЛАДАЮЩИХ НАПРАВЛЕНИЙ ВЕТРА В ИЗМЕНЕНИЯ НЕИНВАЗИВНЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗМА ДЕТЕЙ ДОШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА ПОД ВЛИЯНИЕМ ВЫБРОСОВ КОМПЛЕКСА ПРЕДПРИЯТИЙ ПИЩЕВОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

*Хрипач Л. В., д. б. н., lkhripach@cspmz.ru,  
Бударина О. В., к. м. н., obudarina@cspmz.ru,  
Князева Т. Д., к. б. н., tknyazeva@cspmz.ru,  
Железняк Е. В., ezheleznyak@cspmz.ru,  
Коганова З. И., к. б. н., zkoganova@cspmz.ru,  
Маковецкая А. К., к. м. н., amakovetskaya@cspmz.ru,  
Сабирова З. Ф., д. м. н., профессор, zsabirova@cspmz.ru,  
Шипулина З. В., к. м. н., zshipulina@cspmz.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Федерального медико-биологического агентства России, г. Москва, Россия

Одним из важных направлений гигиены является проведение натурных исследований состояния здоровья выборок населения, подвергающихся воздействию выбросов промышленных предприятий, с использованием различных медико-биологических показателей. Цель данного исследования — оценка вклада одного из метеорологических факторов (повторяемости и силы преобладающих ветров) в изменения неинвазивных показателей состояния организма детей дошкольного возраста, проживающих на территории небольшого города на разных расстояниях от комплекса предприятий по переработке сельскохозяйственной продукции. Выбросы этих предприятий содержат вещества, обладающие достаточно выраженным запахом. Имеются соответствующие жалобы населения.

В пробах смешанной слюны 112 обследованных детей 5–6 лет, посещающих дошкольные детские учреждения на расстояниях 1,74–5,74 км от промзоны, определяли 8 биохимических и иммуноло-

гических показателей: интенсивность люминол-зависимой хемилюминесценции (ЛЗХЛ), содержание секреторного IgA (sIgA), интерлейкинов ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-6 и ИЛ-8, мочевой кислоты и активность двух ферментов —  $\alpha$ -амилазы и N-ацетил- $\beta$ -D-глюкозаминидазы (NAG). Анализ полученных данных показал, что по мере приближения места расположения обследованных детских садов к промзоне в пробах слюны детей монотонно увеличиваются показатели активности фагоцитарного звена иммунитета (интенсивность ЛЗХЛ слюны, содержание в ней провоспалительных цитокинов ИЛ-1 $\beta$  и ИЛ-8, активность лизосомального фермента NAG), при отсутствии реакции со стороны маркеров антителообразования (содержание в слюне sIgA) и психологического стресса (активность  $\alpha$ -амилазы).

Полученные результаты свидетельствуют о том, что в градиенте выбросов промзоны не отмечено гаптенов или иммунотоксичных соединений, но зафиксированы взвешенные вещества, содержание которых в атмосферном воздухе снижается по мере удаления от промплощадки. Учитывая то, что обследованные детские сады находились не только на разных расстояниях от промзоны, но и в разных направлениях от нее, представляет интерес оценить, вносят ли вклад преобладающие направления ветров в скорость распространения взвешенных веществ от источника выбросов к разным районам города, используя полученные нами маркеры активности фагоцитов в слюне детей.

Данные о направлениях и скоростях ветра в изучаемом городе за год, в котором проводилось обследование детей, были получены на сайте [meteoblue.com](http://meteoblue.com). Из 6 обследованных детских садов три находились по направлению к ЮЮЗ, два по направлению к ЮЮВ и один — по направлению к ЮВ от промзоны. По базе данных [meteoblue.com](http://meteoblue.com) были рассчитаны соответствующие интегральные показатели повторяемости ветров разной скорости, дующих в сторону города с ССВ, ССЗ и СЗ. В качестве маркера эффекта была выбрана интенсивность ЛЗХЛ слюны детей как имевшая наиболее выраженную связь с расстояниями между детскими садами и промзоной ( $y = -0,173 \times x + 6,982$ ;  $N = 112$ ;  $R = -0,524$ ;  $p = 7 \times 10^{-9}$ ).

С помощью двухфакторного регрессионного анализа показано, что перенос выбросов промзоны с преобладающими ветрами вносит близкий к достоверному вклад в увеличение интенсивности ЛЗХЛ слюны детей, объясняя около 16 % общей дисперсии этого маркера с величиной  $r = 0,058$ . Основным предиктором в двухфакторной линейной модели остается расстояние между детскими садами и промзоной, объясняющее 49 % общей дисперсии зависимой переменной с величиной  $r = 3 \times 10^{-8}$ .

Полученные результаты свидетельствуют о перспективности учета сопутствующих метеорологических факторов при анализе данных обследования населения, проживающего в районах расположения промышленных предприятий.

Финансирование: исследование проведено в рамках выполнения Госзадания ФГБУ «ЦСП» ФМБА России.

Поступила 29.10.2020

## Раздел 2

# РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. СТАТЬИ

### СОДЕРЖАНИЕ ЦЕЗИЯ-137 В ГРИБАХ, ПРОИЗРАСТАЮЩИХ НА УЧАСТКЕ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Варфоломеева К. В., *k.varfolomeeva@niirg.ru*,  
Кононенко Д. В., *d.kononenko@niirg.ru*,  
Седнев К. А., *c.sednevv@yandex.ru*,  
Кокоулина Е. С., *kokoulina\_elen@mail.ru*,  
Матвеева И. Г., *ldpi@niirg.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П. В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Санкт-Петербург, Россия

В сентябре — октябре 2020 г. специалистами ФБУН НИИРГ им. П. В. Рамзаева проводились работы по детальному обследованию участка радиоактивного загрязнения (далее — УРЗ) в районе квартала Краколье Усть-Лужского сельского поселения Кингисеппского района Ленинградской области, обнаруженного в декабре 2019 г. в рамках инженерно-экологических изысканий. Площадь УРЗ составляет около 10 735 м<sup>2</sup> при длине 650 м и варьируются от 10 до 26 м ширине. Участок расположен в направлении юго-запад — северо-восток между болотом с южной стороны и мелиоративной канавой, шириной около двух метров, с северной стороны. Согласно официальным данным ФГБУ «НПО «Тайфун» Росгидромета на 2020 г., плотность загрязнения близлежащего к обнаруженному УРЗ пос. Усть-Луга Усть-Лужского сельского поселения Кингисеппского района Ленинградской области составляет 0,6 Ки/км<sup>2</sup> (22,2 кБк/м<sup>2</sup>) [1].

Преобладающим типом почв на исследуемой территории являются дерново-подзолистые иллювиально-железистые почвы. Для таких почв характерны преобладание фульвокислот в составе гумуса, кислая и слабокислая реакция среды почв, очень малая емкость поглощения, провальная водопроницаемость, крайняя бедность содержания элементов питания [2]. Помимо этого почвы бедны калием и магнием, что усиливает переход <sup>137</sup>Cs в растения и грибы. Согласно литературным данным, максимальная активность <sup>137</sup>Cs в дерново-подзолистых почвах естественных экосистем наблюдается в верхнем десятисантиметровом слое, ниже его содержание резко убывает. В почвах, имеющих прослойки тяжелого мореного суглинка, отмечается второй пик концентрации радионуклида на глубине их расположения [3].

В инициативном порядке были отобраны пробы грибов как на территории самого УРЗ (белый гриб — *Boletus edulis*, подосиновик красно-бурый — *Leccinum aurantiacum*, подберезовик обыкновенный — *Leccinum scabrum*), так и за его пределами (моховик — *Xerocomus*) на болотистой территории, расположенной на расстоянии от 30 до 220 м от юго-западной границы УРЗ. Мощность амбиентной дозы гамма-излучения (далее — МАД ГИ), измеренная с помощью дозиметров-радиометров МКС-АТ1125 и МКС-АТ117М с блоком детектирования БДКГ-03, внутри контура УРЗ составляла с учетом неопределенности измерения от 0,07 до 0,86 мкЗв/ч на высоте 0,1 м от поверхности земли и от 0,05 до 0,47 мкЗв/ч на высоте 1,0 м. МАД ГИ на территории за пределами УРЗ, где отбиралась проба моховиков, не превышала 0,05 мкЗв/ч. Результаты лабораторного гамма-спектрометрического анализа проб грунта с УРЗ показали, что на глубинах от 0,05 до 0,25 м удельная активность (далее — УА) <sup>137</sup>Cs составляет в разных точках от менее 100 до почти 9000 Бк/кг с учетом неопределенности измерения и уменьшается по мере увеличения глубины, составляя на глубинах от 0,55 до 0,85 м в разных точках от менее 3 до почти 3000 Бк/кг. В настоящее время специализированной организацией проводятся работы по реабилитации обследованного УРЗ.

Пробы грибов были отобраны дважды: в конце сентября (все 4 вида) и в начале октября (белые грибы и подосиновики). В лабораторных условиях была проведена предварительная подготовка отобранных проб: тщательная очистка грибов от частиц почвы и растительных остатков, сортировка

по видам и взвешивание. Затем пробы, отобранные в сентябре, были доведены до воздушно-сухого состояния, измельчены и вновь взвешены с целью определения коэффициента усушки. Пробы, отобранные в октябре, измельчались, перемешивались и измерялись в сыром виде. Определение УА  $^{137}\text{Cs}$  проводилось на базе аккредитованной испытательной лаборатории ФБУН НИИРГ им. П. В. Рамзаева. Измерения выполнялись на спектрометрической установке МКС-01А «Мультирад» в соответствии с «Методикой измерения активности радионуклидов с использованием сцинтилляционного гамма спектрометра с программным обеспечением «Прогресс» (свидетельство об аттестации ФГУП «ВНИИФТРИ» № 40 151.16397/RA.RU.311243–2015 от 05.09.2016 г.). Минимальная измеряемая УА  $^{137}\text{Cs}$  на данной установке составляет 3 Бк/кг при статистической составляющей неопределенности 50 % и длительности измерения 1 час; максимальная измеряемая УА  $^{137}\text{Cs}$  составляет 42 000 Бк/кг. Результаты измерений представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Результаты измерения УА  $^{137}\text{Cs}$  в пробах съедобных грибов

Вид грибов, период отбора	УА $^{137}\text{Cs}$ в сухих грибах, Бк/кг	УА $^{137}\text{Cs}$ в сырых грибах, Бк/кг
Моховик (сентябрь)	15 180 ± 1652	1298 ± 141
Белый гриб (сентябрь)	17 5 90 ± 1898	1591 ± 172
Подосиновик (сентябрь)	6386 ± 780	724 ± 88
Подберезовик (сентябрь)	16 750 ± 1896	1919 ± 217
Белый гриб (октябрь)	–	2508 ± 298
Подосиновик (октябрь)	–	1594 ± 193

Согласно полученным ранее рядом авторов результатам [4, 5], все грибы по их аккумулирующей способности в отношении  $^{137}\text{Cs}$  можно условно разделить на четыре группы: максимально накапливающие, сильно накапливающие, средне накапливающие и слабо накапливающие. В соответствии с этой классификацией моховик относится к группе максимально накапливающих грибов, а белый гриб, подосиновик и подберезовик — к группе средне накапливающих. Полученные нами результаты исследований подтверждают, что произрастающие на территории УРЗ разные виды грибов неодинаково накапливают  $^{137}\text{Cs}$ . Все проанализированные виды располагаются в порядке снижения степени накопления  $^{137}\text{Cs}$  следующим образом: подберезовик, белый гриб, подосиновик. Также отмечено, что содержание  $^{137}\text{Cs}$  в грибах, собранных в более поздний вегетационный период (октябрь), превышает содержание в тех же видах, собранных в сентябре, в 1,5–2 раза.

Обращает на себя внимание тот факт, что УА  $^{137}\text{Cs}$  в моховиках, собранных за пределами УРЗ, имеет тот же порядок величины, что и УА в грибах других видов, собранных непосредственно на территории УРЗ. Высокое содержание  $^{137}\text{Cs}$  в грибах, собранных за пределами УРЗ, может быть обусловлено остаточным загрязнением территории Кингисеппского района вследствие аварии на Чернобыльской АЭС. Кроме того, моховик относится к группе грибов, максимально накапливающих  $^{137}\text{Cs}$  в своем мицелии, а следовательно, и в плодовом теле. Также нельзя исключать возможность поглощения и переноса  $^{137}\text{Cs}$  к плодовому телу гриба мицелием, имеющим значительную протяженность и разветвленную систему гиф, образующих микоризу с деревьями, произрастающими на территории близко расположенного УРЗ.

Согласно Приложению 4 к Техническому регламенту Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции», утвержденному Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 880, допустимое содержание  $^{137}\text{Cs}$  в сырых грибах составляет 500 Бк/кг, в сухих — 2500 Бк/кг. Во всех пробах грибов, отобранных как на территории УРЗ, так и на территории за его пределами, УА  $^{137}\text{Cs}$  значительно превышает допустимые уровни. Так, в белых грибах содержание  $^{137}\text{Cs}$  превышает допустимый уровень от 3 до 7 раз, в подосиновиках — от 1,5 до 3 раз, в подберезовиках — от 4 до 7 раз, в моховиках — от 3 до 6 раз.

## Литература

1. Данные по радиоактивному загрязнению территории населенных пунктов Российской Федерации цезием-137, стронцием-90 и плутонием-239+240 / под редакцией С. М. Вакуловского, подготовил В. Н. Яхрюшин. — Обнинск : ФГБУ «НПО «Тайфун», 2020. — 224 с.

2. Информационная система «Почвенно-географическая база данных России». Электронная версия Национального атласа почв Российской Федерации [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://soil-db.ru/soilatlas/razdel-3-pochvy-rossiyskoj-federacii/podzoly>. — Дата доступа: 09.11.2020.

3. *Акатова, А.А.* Содержание радионуклидов в почвах автоморфных и гидроморфных ландшафтов Лужского района Ленинградской области / А.А. Акатова, М.А. Ефремова // Известия Санкт-Петербургского Государственного Аграрного Университета. — 2018. — № 4 (53). — С. 87–93.

4. *Щеглов, А.И.* Грибы-биоиндикаторы техногенного загрязнения / А.И. Щеглов, О.Б. Цветнова // Российская наука: нам гранты думать и жить помогают : сб. науч.-попул. ст. / [под ред. В.П. Скулачева]. — М. : Октопус : Природа, 2004. — С. 109–118.

5. *Цветнова, О.Б.* Накопление радионуклидов цезия различными видами шляпочных грибов на территории зоны радиоактивного загрязнения ЧАЭС / О.Б. Цветнова, А.И. Щеглов, Ф.А. Тихомиров // Радиозоологические аспекты последствий аварии на ЧАЭС : доклады 2-го ВНТСЮ. — Т. 6, 4.2. — Чернобыль, 1990. — С. 273–305.

Поступила 04.11.2020

## МЕТОД ОЦЕНКИ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ РАДИОАКТИВНЫХ СБРОСОВ АЭС В РЕКУ

*Гусейнова Д.И., dianahuseinava@gmail.com,*

*Сароко Н.В., natalliasaroko@gmail.com,*

*Попова Е.Н., katia.popova6791@gmail.com*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Сбросы радиоактивных веществ с атомных электростанций (далее — АЭС) в пределах допустимых сбросов являются источниками радиоактивного загрязнения водных объектов. Дебалансные воды АЭС из зоны контролируемого доступа после проведения радиационного контроля системы контрольных баков и анализа проб в радиохимических лабораториях сбрасываются в поверхностные воды водотоков, водоемов.

Оценка доз облучения населения необходима для выявления основных путей облучения, групп населения, которые подвержены наибольшему облучению, а также для решений о принятии мер по снижению доз облучения.

Оценка доз облучения населения, проживающего в районе расположения АЭС, производится с учетом результатов анализа водной системы, определения видов водопользования на критических участках и соответствующих путей облучения населения, расчетов факторов разбавления в типовых элементах водной системы, определения перечня нормируемых радионуклидов и источников сбросов.

При анализе водной системы выполняется условное разбиение водной системы на типовые элементы, определяются гидрологические и радиозоологические характеристики водной системы, а также виды водопользования.

К типам водопользования водной системы относятся различные способы использования водных объектов, включая питьевое и хозяйственно-бытовое водоснабжение, купание, добычу биологических ресурсов, полив садовых, огородных земельных участков, ведение личного подсобного хозяйства и др.

К гидрологическим характеристикам относятся: размеры и расход рек, размеры и проточность озер и водохранилищ. Данные характеристики выбираются из гидрологических данных, полученных на протяжении последних 30 лет, для наименее водного года.

К радиозоологическим характеристикам относятся: плотность загрязнения почвы; толщина слоя загрязненной почвы, содержащей радионуклиды; расход воды на орошение, концентрация взвеси донных отложений в воде водного объекта; коэффициенты межфазного распределения между водой и почвой и между водой и донными отложениями и др.

При расчете фактора разбавления учитываются следующие параметры: годовой сброс радиоактивных сточных вод; глубина, ширина и скорость водотока, соответствующие минимальному за последние 30 лет расходу воды в водотоке; средний расход воды в сбросном канале источника

сбросов радиоактивных веществ; коэффициент турбулентной дисперсии в поперечном к течению направлении [1].

Предварительный перечень контролируемых нуклидов принимается в соответствии с расчетным прогнозом поступления радиоактивных веществ в окружающую среду при нормальной эксплуатации и включает:<sup>3</sup>H, <sup>131</sup>I, <sup>132</sup>I, <sup>133</sup>I, <sup>134</sup>I, <sup>135</sup>I, <sup>89</sup>Sr, <sup>90</sup>Sr, <sup>95</sup>Zr, <sup>95</sup>Nb, <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs, <sup>141</sup>Ce, <sup>51</sup>Cr, <sup>54</sup>Mn, <sup>58</sup>Co, <sup>59</sup>Fe, <sup>60</sup>Co.

Пути облучения населения определяются исходя из анализа водопользования и жизнедеятельности населения в районе расположения АЭС. В соответствии с международными рекомендациями МАГАТЭ, НКДАР ООН обязательным является учет следующих путей облучения населения:

- внешнее облучение от пребывания на берегу;
- внутреннее облучение от потребления пресноводной рыбы.

В зависимости от образа жизни и привычек местного населения, могут быть учтены следующие пути облучения от жидких сбросов радионуклидов при водопользовании:

- внешнее облучение от купания;
- внешнее облучение от плавания (рыбалка) на лодке;
- внешнее облучение от пребывания на пляже;
- внешнее облучение от пребывания на орошаемых территориях;
- внутреннее облучение от потребления рыбы;
- внутреннее облучение от потребления питьевой воды;
- внутреннее облучение от потребления овощей;
- внутреннее облучение от потребления молока и мяса, загрязненных радионуклидами в результате водопоя скота;
- внутреннее облучение от потребления молока и мяса, загрязненных радионуклидами в результате выпаса скота;
- внутреннее облучение от заглатывания при купании речной воды, загрязненной радионуклидами.

Для определения годовых эффективных доз для вышеуказанных путей облучения для каждого радионуклида учитываются годовой сброс радионуклидов, фактор разбавления, время, затрачиваемое на определенный вид водопользования в течение года (внешнее облучение) или годовое потребление продукции (внутреннее облучение), коэффициенты дозового преобразования и коэффициенты межфазного распределения.

Оценка доз облучения может выполняться для различных возрастных групп:

- дети до 1 года;
- дети 1–2 лет;
- дети 2–7 лет;
- дети 7–12 лет;
- дети 12–17 лет;
- взрослые старше 17 лет.

Значения параметров, используемых для определения доз от различных путей облучения населения, устанавливаются на основании региональных натуральных исследований. При отсутствии необходимых сведений допускается использование рекомендованных справочных данных.

Для определения перечня радионуклидов, подлежащих государственному учету и нормированию требуется определить суммарную годовую эффективную дозу по всем возможным путям облучения населения, а также оценить годовые эффективные дозы, создаваемые каждым из радионуклидов по отдельности и процентное отношение доз по отдельным радионуклидам к суммарной дозе. Затем проводится их суммирование в порядке убывания до тех пор, пока сумма не достигнет значения 99%. Радионуклиды, попавшие в эту сумму, подлежат государственному учету и нормированию [1].

В рамках выполнения работ по обоснованию нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ Белорусской АЭС в окружающую среду была выполнена оценка доз облучения от проектных сбросов БелАЭС для репрезентативного лица из населения, проживающего в районе расположения БелАЭС с учетом следующих условий:

- проживание в ближайшем населенном пункте от точки сброса радиоактивных веществ БелАЭС;
- осуществление хозяйственной деятельности, в том числе рекреационной (лов рыбы, купание и т.д.) — потребление в пищу рыбы и продуктов питания местного производства из личного подсобного хозяйства;

- потребление растениеводческой продукции, выращенной с учетом полива водой из реки Виляя;
- потребление животноводческой продукции — с учетом водопоя скота водой из р. Виляя и выпаса скота на пастбищах, расположенных орошаемых землях;
- использование речной воды в качестве питьевой.

Модельные параметры для репрезентативного лица, проживающего в данном районе определены из условий проживания местного населения, потребления им продуктов питания местного производства и консервативного допущения об использовании речной воды в питьевых целях. Данные об условиях проживания населения были получены на основании анкетирования, проводимого в рамках ранее выполненных исследований «Проведение медико-демографического и радиационно-гигиенического мониторинга в зоне наблюдения АЭС на период строительства Белорусской АЭС в 2017–2019 гг.».

В результате проведенных расчетов установлено следующее:

- основными дозообразующими радионуклидами, которые вносят 99,9% в годовую эффективную дозу облучения населения, являются:  $^{137}\text{Cs}$  (42,0%),  $^{134}\text{Cs}$  (39,7%),  $^3\text{H}$  (17,8%),  $^{60}\text{Co}$  (0,1%),  $^{131}\text{I}$  (0,2%);
- основными путями облучения, вносящими вклад в общую дозу, являются пребывание на пляже и потребление речной рыбы (их вклад в дозу составляет 4,6% и 94,6% соответственно);
- суммарная годовая эффективная доза облучения населения при водопользовании при работе одного энергоблока БелАЭС на участке реки Виляя на расстоянии 1500 м от точки сброса примерно составит 10 мкЗв/год, для двух энергоблоков — 12 мкЗв/год, что не превышает установленной санитарными правилами граничной дозы 50 мкЗв/год, при облучении лиц из населения от жидких сбросов в поверхностные водоемы при нормальной эксплуатации АЭС [2].

Полученные результаты годовых эффективных доз облучения населения используются для подготовки обоснования предельных допустимых сбросов радиоактивных веществ в окружающую среду в рамках проектной документации Белорусской АЭС.

## Литература

1. Методика разработки нормативов допустимых сбросов радиоактивных веществ в водные объекты для водопользователей : утв. приказом Федеральной службы по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) 22.12.2016 № 551. — М., 2016. — 22 с.
2. Требования к радиационной безопасности : санитар. нормы и правила : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 28.12.2012 № 213 // Радиационная гигиена. — Вып. 2. — Минск, 2013. — С. 4–34.

Поступила 11.11.2020

## ОРГАНИЗАЦИЯ РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ДЛЯ ЗАЩИТЫ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ АВАРИИ НА АЭС

Кляус В. В., к. б. н., [vkliaus@gmail.com](mailto:vkliaus@gmail.com),  
Кочергина Н. С., [natkoch09@gmail.com](mailto:natkoch09@gmail.com)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В Республике Беларусь вводится в эксплуатацию Белорусская АЭС (с 2 реакторами типа ВВЭР-1200), в соседних государствах в непосредственной близости от границ республики расположены две работающие АЭС: Смоленская АЭС (4 блока РБМК-1000) и Ровенская АЭС (2 блока — ВВЭР-440 и 2 блока — ВВЭР-1000).

На АЭС возможны нарушения режимов нормальной эксплуатации и возникновение аварийных ситуаций с выходом радиоактивных веществ за пределы площадки — запроектные аварии. Одним из важнейших аспектов реагирования на радиационную аварию является возможность быстро и адекватно оценить последствия аварии. Для оценки радиационного риска, выполняемой в течение всех стадий управления аварией, необходим радиационный мониторинг.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О радиационной безопасности» от 18 июня 2019 г. № 198-З и Национальным планом по реагированию на радиационные аварии на Белорусской АЭС в компетенцию учреждений государственного санитарного надзора (далее — госсаннадзора) и ситуационно-кризисного центра Министерства здравоохранения Республики Беларусь входит проведение радиационного мониторинга продуктов питания и питьевой воды в населенных пунктах.

При планировании радиационной защиты населения в случае ядерной или радиологической аварийной ситуации для установки, относящейся к категории аварийного планирования I (АЭС), в соответствии с требованиями МАГАТЭ устанавливаются зоны аварийного планирования [1]. Для Белорусской АЭС внешним аварийным планом [2] определены следующие зоны аварийного планирования:

— зона предупредительных мер (далее — ЗПМ) — радиус 3 км. Защитные меры в пределах ЗПМ принимаются до или вскоре после выброса радиоактивного материала или облучения с учетом создавшейся обстановки;

— зона планирования срочных защитных мер (далее — ЗПСМ) — радиус 15 км. Защитные меры в пределах ЗПСМ выполняются на основе данных радиационного мониторинга окружающей среды или с учетом создавшейся обстановки.

Кроме того, согласно рекомендациям МАГАТЭ предусматриваются меры по мониторингу (на подготовительном этапе, до возникновения аварийной ситуации) мощности дозы от выпадений и последующего проведения защитных мероприятий в течение такого срока (от недели до месяца), когда их осуществление позволит эффективно снизить возникновение стохастических эффектов (на расстоянии до 100 км), а также по ограничению потребления местных продуктов питания и питьевой воды (на расстоянии до 300 км) [2].

Учитывая, что в зоны аварийного планирования Белорусской АЭС, а также в зоны планирования ограничений в отношении продуктов питания (300 км) Смоленской и Ровенской АЭС попадают множество населенных пунктов Республики Беларусь, объемы радиационного контроля в первый период после аварии будут значительными и потребуют вовлечения всех имеющихся сил и средств лабораторных подразделений органов госсаннадзора, а также полученных данных дозиметрии и радиационного мониторинга, прогноза радиационной обстановки. В связи с этим разработана научно обоснованных методических подходов и программы аварийного радиационного мониторинга на основании действующих международных рекомендаций и национальных требований, а также с учетом имеющейся лабораторной базы и оборудования в зональных органах госсаннадзора является актуальной и важной для Республики Беларусь.

Для эффективного реагирования на аварийную ситуацию крайне важна четко выработанная система мониторинга, включающая в себя определение цели мониторинга, выбор соответствующих величин для измерения, необходимого оборудования, определение методов измерений, отбора проб и оценки результатов, разработка инструкции — системы гарантии качества, инструкций по обучению, упражнениям и тренировкам.

Главной целью радиационного мониторинга при радиационных авариях является обеспечение своевременной информацией, на основании которой первое решение о характере защитных мероприятий (первоначально основанное на классификации аварии) может быть подтверждено или пересмотрено. Согласно рекомендациям МАГАТЭ [3] основными задачами аварийного мониторинга являются:

- 1) представление информации для классификации аварии;
- 2) оказание содействия лицам, принимающим решения по вопросам необходимости осуществления защитных мероприятий и вмешательства на основании действующих уровней вмешательства (далее — ДУВ);
- 3) оказание помощи в предотвращении распространения радиоактивного загрязнения;
- 4) представление информации для защиты аварийных рабочих;
- 5) представление точных и своевременных данных об уровне и степени опасности, возникшей вследствие радиационной аварийной ситуации;
- 6) определение протяженности пострадавшей территории и продолжительности опасности;
- 7) представление детальных физических и химических характеристик опасности;
- 8) подтверждение эффективности защитных мероприятий, таких как дезактивация и др.

Основными целями аварийного радиационного мониторинга продуктов питания, питьевой воды и мест обитания населения являются оценка эффективности аварийного мониторинга и оценка прогнозируемых и полученных доз облучения населения, а также оценка эффективности защитных мероприятий.

В Республике Беларусь установлены действующие уровни вмешательства удельной активности в продуктах питания, молоке и воде (ДУВ7 — удельная активность радионуклидов в продуктах питания, молоке и питьевой воде составляет для I-131 — 1000 Бк/кг, для Cs-137 — 200 Бк/кг). Таким образом, органам госнадзора при радиационной аварии на Белорусской АЭС или АЭС сопредельных государств необходимо будет осуществлять радиационный контроль за непревышением данных показателей.

При авариях радиационный мониторинг отличается от рутинного. В условиях нормальных выбросов и сбросов АЭС пути облучения обычно являются постоянными и четко определенными. В случае аварийных выбросов и сбросов вклады различных путей облучения в дозы, полученные персоналом и населением, могут отличаться от тех вкладов в дозы, которые были бы получены при выбросах и сбросах в нормальном и переходном режимах эксплуатации. Эти различия необходимо учитывать при разработке программы аварийного мониторинга. В целях защиты населения и персонала от детерминированных эффектов воздействия на здоровье после крупных аварий в случае аварии могут применяться радиологические критерии, отличные от критериев, применяемых при нормальных выбросах и сбросах, и в связи с этим может оказаться необходимым сбор дополнительных данных мониторинга. На различных этапах аварии пути облучения могут изменяться, и для принятия решения по защитным действиям могут потребоваться различные данные мониторинга. Поэтому на начальном этапе аварийного выброса в атмосферу мониторинг в основном должен быть сосредоточен на измерениях излучения от радиоактивного облака и на отборе проб радионуклидов из шлейфа в целях оценки дозовых составляющих, обусловленных внешним облучением и ингаляцией. Как только выброс прекращается и радиоактивное облако уходит, мониторинг необходимо сосредоточить на излучении от поверхности земли и на загрязнении пищевых продуктов для учета дозовых составляющих, обусловленных внешним облучением и пероральным поступлением [4].

Периодичность контроля и контролируемые показатели, измеряемые в рамках проведения радиационного мониторинга после аварии, приведенные в руководствах по безопасности МАГАТЭ [3] и установленные Программой радиационного мониторинга в случае возникновения аварийной ситуации на Белорусской АЭС [5], представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Мониторинг радионуклидов в окружающей среде, осуществляемый после аварии на АЭС

Параметр	Периодичность контроля и контролируемые показатели			
	Белорусская АЭС [4]		МАГАТЭ [3]	
<b>Аэрозольный (воздушный) выброс</b>				
Воздух	1 раз в сутки	Суммарная $\alpha$ и $\beta$ -активность, Cs-134, Cs-137, Sr-89, Sr-90, Zn-65, Co-58, Co-60, Mn-54, Fe-59, Nb-94, Nb-95, Cr-51, Zr-95, I-131, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pb-210	Постоянный сбор, измерение каждые 2 часа	Суммарная $\alpha$ и $\beta$ -активность, I-31, Sr-89, Sr-90, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244
	1 раз в сутки на самом ближнем от АЭС по направлению выброса ФВУ	H-3, C-14		
Дождь	1 раз в сутки	Суммарная $\alpha$ и $\beta$ -активность, Cs-134, Cs-137, Sr-89, Sr-90, Zn-65, Co-58, Co-60, Mn-54, Fe-59, Nb-94, Nb-95, Cr-51, Zr-95, I-131, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pb-210	Постоянный сбор, измерение каждые 2 часа	Sr-89, Sr-90, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244
Почва	—	Cs-134, Cs-137, Sr-90, Zn-65, Co-58, Co-60, Mn-54, Fe-59, Nb-94, Nb-95, Cr-51, Zr-95, Ag-110m, Ru-106, Ce-144, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pb-210, Am-241	Один раз	Sr-89, Sr-90, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244

Параметр	Периодичность контроля и контролируемые показатели			
	Белорусская АЭС [4]		МАГАТЭ [3]	
Молоко	–	I-131, Cs-134, Cs-137, Sr-90	Ежедневно	I-131, Cs-137, Sr-89, Sr-90, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244
Листовые овощи	–	Cs-134, Cs-137, Sr-90, Zn-65, Co-58, Co-60, Mn-54, Fe-59, Nb-94, Nb-95, Cr-51, Zr-95, Ag-110m, Ru-106, Ce-144	Ежедневно	I-131, Cs-137, Sr-89, Sr-90, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244
Другие овощи и фрукты	–	Cs-134, Cs-137, Sr-90, Zn-65, Co-58, Co-60, Mn-54, Fe-59, Nb-94, Nb-95, Cr-51, Zr-95, Ag-110m, Ru-106, Ce-144	Во время сбора урожая	I-131, Cs-137, Sr-89, Sr-90, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244
Зерновые	–	Cs-134, Cs-137, Sr-90, Zn-65, Co-58, Co-60, Mn-54, Fe-59, Nb-94, Nb-95, Cr-51, Zr-95, Ag-110m, Ru-106, Ce-144	Во время сбора урожая	I-131, Cs-137
Мясо	–	Cs-134, Cs-137, Sr-90	Представительные пробы	I-131, Cs-137
Питьевая вода и / или грунтовые (подземные) воды	–	Cs-134, Cs-137, Sr-90, Zn-65, Co-58, Co-60, Mn-54, Fe-59, Nb-94, Nb-95, Cr-51, Zr-95, Ag-110m, Ru-106, Ce-144, I-131, H-3	Представительные пробы	I-131, Cs-137, Sr-89, Sr-90, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244
Трава	–	Cs-134, Cs-137, Sr-90, Zn-65, Co-58, Co-60, Mn-54, Fe-59, Nb-94, Nb-95, Cr-51, Zr-95, Ag-110m, Ru-106, Ce-144	Ежедневно	I-131, Cs-137, Sr-89, Sr-90, Pu-239, Pu-240, Am-241, Cm-242, Cm-244
Лишайники, мхи, грибы			Во время сбора	
<b>Жидкий сброс</b>				
Поверхностные воды	–	Суммарная $\alpha$ и $\beta$ -активность, Cs-134, Cs-137, Sr-90, Zn-65, Co-58, Co-60, Mn-54, Fe-59, Nb-94, Nb-95, Cr-51, Zr-95, I-131, Pu-238, Pu-239, Pu-240, Pb-210, Ag-110m, H-3, Ru-106, Ce-144	Постоянный отбор проб, ежедневное измерение	Sr-90, Cs-137
Донные отложения			Еженедельно	
Рыба			Выборочные пробы	
Моллюски			Выборочные пробы	
Водоросли			Выборочные пробы	

При сравнении программ мониторинга очевидна необходимость урегулирования периодичности отбора проб в случае радиационной аварии органами госсаннадзора.

Существующая лабораторная база органов госсаннадзора, расположенных в Брестской, Гродненской, Минской, Могилевской и Витебской областях, включает 31 дозиметр, 24 радиометра, 14 спектрометров и позволяет измерить:

— объемную и удельную активность радионуклидов цезия-137 в пищевых продуктах, лекарственно-техническом сырье, продукции из древесины, питьевой воде, сельскохозяйственном сырье и кормах, продукции на основе торфа, почве, промышленном сырье;

- мощность эквивалентной дозы гамма-облучения во внешней среде, жилых и общественных зданиях;
- эквивалентную объемную равновесную активность дочерних продуктов радона;
- индивидуальный эквивалент дозы и мощность индивидуального эквивалента дозы;
- плотность потока альфа-частиц и плотность потока бета-частиц (радиоактивное загрязнение поверхности оборудования производственного и бытового назначения);
- наличие стронция-90 в пищевых продуктах.

При заблаговременно разработанной программе аварийного радиационного мониторинга органы госнадзора смогут осуществлять эффективную оценку последствий аварийной ситуации на Белорусской АЭС и АЭС сопредельных государств.

## Литература

1. Preparedness and Response for a Nuclear or Radiological Emergency : General Safety Requirements / International Atomic Energy Agency. — Vienna : IAEA, 2015. — 134 p. — (IAEA safety standards series; № GSR part 7).
2. План защитных мероприятий при радиационной аварии на белорусской атомной электростанции (внешний аварийный план) [Электронный ресурс] : утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 22 марта 2018 г. № 211. — Режим доступа: <https://energodoc.by/document/view?id=3245>. — Дата доступа: 01.06.2020.
3. Мониторинг окружающей среды и источников для целей радиационной защиты. Руководство по безопасности RS-G-1.8 / Международное агентство по атомной энергии. — Вена : МАГАТЭ, 2016. — 54 с.
4. Кляус, В.В. Роль системы радиационного мониторинга окружающей среды в аварийном реагировании / В.В. Кляус // Чернобыльские чтения — 2009 : материалы междунар. науч.-практ. конф. (г. Гомель, 16–17 апр. 2009 г.) / под общ. ред. А.В. Рожко. — Гомель : Сож, 2009. — С. 96.
5. Программа радиационного мониторинга в случае возникновения аварийной ситуации на Белорусской АЭС BLR1.E.W01.&.&&&&.078.EZ.0003 40/32-ПР20 : утв. Гл. инженером атомной электростанции 01.12.2019 / М-во энергетики Респ. Беларусь, Республиканское унитарное предприятие «Белорусская атомная электростанция». — [б.м.], 2019. — 34 с.

Поступила 12.11.2020

## К ВОПРОСУ О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ РИСКОВ ПРОИЗВОДСТВА СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ПРОДУКЦИИ, НЕ СООТВЕТСТВУЮЩЕЙ НОРМАТИВНЫМ ТРЕБОВАНИЯМ ПО СОДЕРЖАНИЮ РАДИОНУКЛИДОВ

*Копыльцова Е.В., kev81@tut.by*

Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

Одной из важнейших задач сельского хозяйства является устойчивое производство безопасных и высококачественных пищевых продуктов и продовольственного сырья для внутреннего и внешнего рынков. Актуальность и сложность ее решения весьма значительна для регионов, загрязненных в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС, где до сих пор существуют риски производства продукции, не соответствующей нормативным требованиям по содержанию радионуклидов. Так, например, в Гомельской области в ряде районов сохраняется проблема получения нормативно-чистого зерна на продовольственные цели по содержанию  $^{90}\text{Sr}$  (за последние три года превышение норматива 11 Бк/кг наблюдалось в 4–13 % измеренных проб). Если рассматривать, к примеру, мясо крупного рогатого скота, произведенное в общественном секторе области, то содержание  $^{137}\text{Cs}$  в говядине начиная с 2015 г. полностью удовлетворяет требованиям Республиканских допустимых уровней (РДУ-99) — 500 Бк/кг. Тем не менее, так как значительная часть мяса и продуктов его переработки, произведенных на территории радиоактивного загрязнения Республики Беларусь, экспортируется в страны — участницы Таможенного союза ЕАЭС, оно должно соответствовать более жесткому нормативу Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой

продукции» 200 Бк/кг, и случаи превышения данного норматива регистрируются в Гомельской области ежегодно.

Следовательно, на территории радиоактивного загрязнения уже на этапе планирования производства сельскохозяйственной продукции следует применять соответствующие методы анализа и оценки «нормативных рисков» [1] для обеспечения гарантированного предотвращения реализации на пищевые цели продуктов и продовольственного сырья с превышением установленных допустимых уровней по содержанию радионуклидов. Кроме того, применение подходов, связанных с оценкой рисков, может быть эффективным при обосновании ввода новых или изменении существующих нормативных требований на пищевую продукцию, продовольственное сырье и корма.

Анализ риска является новым, но интенсивно развиваемым во всем мире междисциплинарным научным направлением, принципиальные положения которого заключаются, в частности, в выделении в единый процесс принятия решений оценки риска и управления им.

Начиная с конца прошлого века, когда впервые сформировалась наука о рисках, было разработано значительное количество методов, позволяющих установить их виды, причины возникновения, определить степень их значимости и способы устранения или минимизации. Различные авторы по-разному оценивают риски, причину их появления, значимость и цену решения проблемы [1–4].

Цель исследования — разработка методов оценки рисков производства сельскохозяйственной продукции, не соответствующей нормативным требованиям одновременно по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$ .

Материалами данной работы являются многолетние исследования автора в области моделирования, анализа и оценки рисков производства сельскохозяйственной продукции, не соответствующей нормативным требованиям по содержанию радионуклидов [5]. При проведении исследовательской работы использованы классические методы анализа и синтеза, моделирования, статистического анализа данных.

В процессе своей деятельности сельскохозяйственные предприятия сталкиваются с совокупностью различных видов риска, которые отличаются между собой по месту и времени возникновения, совокупности внешних и внутренних факторов, влияющих на их уровень и, следовательно, по способу их анализа и методам описания.

Риск производства сельскохозяйственной продукции, не соответствующей нормативным требованиям по содержанию радионуклидов, представляет собой характеристику ситуации, когда возможны различные уровни содержания радионуклидов в продукции и существует неопределенность в отношении получения нормативно-чистого продукта. Оценка рисков производства сельскохозяйственной продукции с превышением санитарно-гигиенических нормативов по содержанию радионуклида основана на определении вероятности — математической величины, оценивающей возможность наступления события. Значения вероятности расположены в интервале от 0 до 1 (0 — событие не наступит никогда, 1 — событие обязательно произойдет). Оценка рисков включает несколько этапов:

- проведение анализа рисков;
- оценка риска;
- определение допустимого уровня риска;
- стоимостная оценка возможных потерь от неполучения запланированных доходов;
- анализ полученных результатов и разработка мер по минимизации рисков.

На этапе анализа риска проводится его идентификация, т. е. изучение всех потенциально опасных факторов, связанных с производством пищевой продукции, способных оказать влияние на ее безопасность для потребителя, и определение контрольных точек возникновения рисков ситуации. К потенциально опасным факторам при производстве сельскохозяйственной продукции относится содержание в ней радионуклидов и других загрязняющих веществ (например, тяжелых металлов, пестицидов, нитратов и др.).

Основной критической точкой в сельскохозяйственных предприятиях на загрязненных радионуклидами территориях являются сельскохозяйственные угодья. Второй критической точкой является непосредственно сельскохозяйственная продукция, в том числе корма и товарная продукция растениеводства и животноводства. В технологической цепочке производства продукции животноводства к указанным двум критическим точкам, определяющим показатели безопасности продукции, добавляется третья — рационы кормления животных. Поэтому оценивать риск получения продукции, не соответствующей нормативам, необходимо по всей технологической цепи, т. е. не только на этапе производства пищевой продукции, но и на этапах получения продовольственного сырья и кормов.

На следующем этапе выполняется количественная оценка риска. Можно выделить несколько групп методов оценки риска: статистические (метод оценки вероятности) с использованием статистических показателей (стандартного отклонения, дисперсии, вариации), расчетно-аналитические (построение модельных зависимостей) и экспертные. Наиболее часто используют статистический и экспертный методы. При выборе метода оценки рисков учитываются достоинства и недостатки каждого из них. Метод экспертных оценок — это оценка действий на основании мнения установленной группы экспертов и формирования на его основе экспертного заключения. Достоинством этого метода, безусловно, является возможность привлечения ценных специалистов для проведения анализа и оценочных действий. Недостатком метода является субъективность в формировании мнений и подходов в работе, а также сложности в поиске независимых специалистов. Статистические методы оценки требуют большого объема статистической информации за длительный период времени. Точность расчетно-аналитических методов с использованием модельных зависимостей зависит от принятых в модели допущений и от количества факторов, которые учитываются моделью. Кроме того, метод построения моделей наиболее трудоемкий.

В зависимости от решаемой задачи и наличия и / или отсутствия данных могут быть рассчитаны как фактические, так и прогностические риски [1]. При наличии достаточного количества статистических данных о произведенной продукции на территории радиоактивного загрязнения рассчитываются фактические риски. Источниками данных могут служить как полученные за предшествующий период результаты исследований центров гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья и ветеринарных лабораторий, так и результаты специально спланированных и проведенных экспериментов по установлению содержания радионуклидов в продукции. Фактический риск может быть рассчитан как отношение количества продукции, в которой в определенном периоде были выявлены превышения, к общему числу проверенной продукции. Накопленная информация систематизируется в рамках соответствующих баз данных и подвергается статистической обработке, включающей выявление резко выделяющихся наблюдений и отбраковку недостоверных данных.

В случае отсутствия необходимых статистических данных для оценки пригодности территорий при производстве сельскохозяйственной продукции без превышения санитарно-гигиенических нормативов расчет риска производится с использованием модельных представлений перехода радионуклидов по биологическим цепям и информации по плотности загрязнения радионуклидами элементарных участков сельскохозяйственных земель с учетом типа и агрохимических показателей почвы.

Методы и модели, применяемые для моделирования поступления радионуклидов, базируются на экспериментальных данных содержания радионуклидов в почве и продукции сельского хозяйства, причем в качестве параметров моделей, как правило, используют средние величины. В то же время эти показатели характеризуются значительной вариабельностью, внося неопределенность в прогноз и тем самым снижая его точность. Неопределенности связаны как с эмпирическими данными, так и с методами и моделями прогноза поступления радионуклидов в продукцию. Анализ неопределенностей, связанных с методами, играет значительную роль при эффективной интерпретации результатов, при этом источники неопределенности должны быть идентифицированы. Неопределенность прогноза поступления радионуклидов в продукцию растениеводства связана с таким показателем, как, например, плотность загрязнения почвы, и обусловлена пространственной неоднородностью радиоактивных выпадений, а также вариабельностью показателей почвенного плодородия в рамках одного участка и т. д. Вклад в неопределенность вносят также антропогенные воздействия на почву, протекающие в почве процессы перераспределения радионуклидов, как по профилю, так и по поверхности микрорельефа почвы, ряд других случайных факторов. При прогнозировании удельной активности радионуклидов в продукции животноводства неопределенность связана с такими параметрами, как тип рациона, количество корма в рационе и др.

В зависимости от неопределенности входных параметров выбирается метод оценки рисков. Объективность действия статистических законов, вероятностный характер подавляющего большинства явлений определяют необходимость использования статистических методов при прогнозировании получения нормативно «чистой» продукции. Вероятностные показатели выступают в качестве меры возможности реализации риска и его последствий. При таком подходе прогнозирование накопления радионуклидов в сельскохозяйственной продукции осуществляется с использованием коэффициентов перехода, под которыми в данном исследовании понимается многомерная функция, зависящая от показателей почвенного плодородия.

Важным фактором при оценке рисков является характер последствий. Наиболее «легкие» последствия наблюдаются в случае, когда пищевая продукция может быть использована на переработку или в кормлении сельскохозяйственных животных. При критическом риске пищевой продукт переработать нельзя и продукция уничтожается. На оценку значимости риска влияет не только тяжесть последствий от возникновения рисков ситуации, но и вероятность ее появления. В зависимости от вида риска выбирается приемлемая шкала ранговых показателей и критериев. Для оценки степени значимости риска разрабатывается качественная шкала обычно с 2–7 градациями, например: низкий, средний, высокий уровень. Измерение степени риска в абсолютных величинах представляется диапазоном возможных значений риска. При производстве нормативно чистой продукции не существует каких-либо согласованных и установленных требований по соотношению количественных значений рисков с их последствиями. Критериями для оценки степени значимости риска при производстве сельскохозяйственной продукции на территориях, подвергшихся радиоактивному загрязнению, могут служить:

- возможность (направление) реализации продукции для различных целей (пищевых, кормовых, технических и т.д.);
- неопределенность оценок поступления радионуклидов в продукцию;
- вклад продукта в дозу внутреннего облучения (для пищевой продукции).

Представленные критерии степени значимости риска помогают, с одной стороны, соотнести количественные значения риска к принятой шкале значимости последствий, а с другой — показывают, насколько этот риск, например, при производстве пищевых продуктов значим в целом. На основании критериев и проведенного анализа в дальнейшем при оценке пригодности земель для производства растениеводческой продукции будет использована следующая градация степени риска — 0–10 % (риск отсутствует), 10–50 % (незначительный), 50–90 % (значительный) и более 90 % (высокий). При производстве молока / мяса крупного рогатого скота — 0–5 % (риск отсутствует), 5–25 % (незначительный), 25–50 % (значительный), 50–75 % (высокий) и более 75 % (очень высокий).

Для надежного производства продуктов и продовольственного сырья на пищевые цели без превышения установленных допустимых уровней по содержанию радионуклидов важно оценить риск производства продукции не только по  $^{137}\text{Cs}$  или  $^{90}\text{Sr}$ , а одновременно для обоих радионуклидов. В этом случае для получения значения уровня риска и его характеристик можно воспользоваться матрицей последствий. Использование матрицы значительно облегчает оценку риска, что обеспечивает эффективность аппроксимации (анализа) допустимого и недопустимого уровней или степеней риска. Установленная цифровая система оценки категорий риска позволяет детальнее классифицировать и оценивать риск по степени допустимости.

На рисунке 1 и в таблице 1 представлены матрица и классификация оценки рисков производства продукции без превышения установленных допустимых уровней по содержанию радионуклидов. Они позволяют расположить риски по степени их приоритета для дальнейшего анализа или обработки путем оценки и суммирования вероятности их возникновения.

$^{90}\text{Sr}$	Классификация риска				$^{137}\text{Cs}$
	1	2	3	4	
4	A	A	A	A	
3	B	B	AB	A	
2	C	C	B	A	
1	D	C	B	A	
ранг	1	2	3	4	

Рисунок 1. — Матрица оценки рисков по двум радионуклидам

Таблица 1. — Классификация риска с использованием матрицы последствий / вероятности

Классификация риска	Степень значимости риска	
D	Допустимый	Незначительный риск
C		Низкий риск
B	Недопустимый	Значительный риск
AB		Высокий риск
A		Критический риск

Еще одним методом оценивания является метод индексации (англ. *Risk Indices*), употребляемый для ранжирования приоритетов численных уровней показателей рисков. В результате индексации появляется возможность сравнения различных рисков, оказывающих влияние на уровень риска в целом, и получения численного значения приоритета.

Данный метод также может применяться для оценки рисков одновременно по двум радионуклидам. В этом случае по каждому виду продукции проводится анализ значимости содержания радионуклида и присваивается индекс (0, 1 или 2). Например, поскольку до настоящего времени регистрируются пробы зерна с содержанием  $^{90}\text{Sr}$  выше допустимого уровня, при оценивании рисков выращивания зерна на пищевые цели приоритетной будет оценка риска по  $^{90}\text{Sr}$ . На основании анализа значимости содержания радионуклида и присвоения индекса можно также оценивать риск только по одному из радионуклидов, отдавая ему приоритет. Так, если  $^{90}\text{Sr}$  главным образом депонируется в костной ткани, а  $^{137}\text{Cs}$  больше аккумулируется в мышечной, то приоритетным будет риск превышения норматива по содержанию  $^{137}\text{Cs}$  в мясе, а оценивать риск по  $^{90}\text{Sr}$  не имеет смысла, и ему присваивается индекс 0.

Метод индексирования может применяться не только в качестве оценки рисков по двум радионуклидам одновременно, но и при оценке рисков по каждому радионуклиду, например, для распределения удельных весов критерия «возможность (направление) реализации продукции на различные цели (пищевые цели, кормовые цели, технические и т.д.)».

Методы индексирования и оценки рисков с использованием «матрицы оценки рисков» могут быть использованы для принятия решений о производстве того или иного вида сельскохозяйственной продукции на загрязненных радионуклидами землях, а также для выделения сельскохозяйственных земель, имеющих высокие риски производства продукции с содержанием  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  выше нормативных значений, и для выделения земель, на которых возможно ведение сельскохозяйственной деятельности без ограничений по радиологическому фактору.

## Литература

1. Методология оценки риска воздействия техногенных факторов различной природы на агроэкосистемы / отв. за вып.: С.И. Спиридонов. — Обнинск : ВНИИСХРАЭ, 2007. — 68 с.
2. Спиридонов, С.И. Вероятностная оценка накопления радионуклидов в сельскохозяйственной продукции и допустимых уровней радиоактивного загрязнения почв / С.И. Спиридонов, В.В. Иванов // Радиационная биология. Радиозэкология. — 2013. — Т. 53, № 1. — С. 95–103.
3. Матисон, В.А. Риск-ориентированный подход к обеспечению безопасности и качества продуктов питания / В.А. Матисон, Н.И. Арутюнова // Пищевая промышленность. — 2016. — № 5. — С. 16–20.
4. Еделев, Д.А. Оценка рисков — важнейший элемент риск-менеджмента пищевой продукции / Д.А. Еделев, В.М. Кантере, В.А. Матисон // Пищевая промышленность. — 2011. — № 9 — С. 14–16.
5. Мерзлова, О.А. Способы снижения содержания Cs- 137 в говядине, производимой на территории Могилевской области / О.А. Мерзлова, Т.Н. Агеева, Е.В. Копыльцова // Радиация и риск. Бюллетень Национального радиационно-эпидемиологического регистра. — 2018. — Т. 27, № 1. — С. 53–65.

Поступила 17.11.2020

## ФАКТОРЫ КАНЦЕРОГЕННОЙ ОПАСНОСТИ КАК ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ПРОБЛЕМА ОХРАНЫ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ АТОМНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ

Коровкина Э. П., к. б. н., korovkina@fmbcfmba.ru,  
Васильев Е. В., e.vasilyev.@gmail.com,  
Орлов Ю. В., orloff54@gmail.com,  
Дибиргаджиев И. Г., idris-dig@mail.ru,  
Бирюков А. П., д. м. н., профессор, mereg81@mail.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А. И. Буназяна», г. Москва, Россия

Согласно прогнозам ВОЗ в 2025 г. число новых случаев рака в мире составит более 20 миллионов. Чтобы оценить онкоэпидемиологическую ситуацию и эффективно противодействовать росту онкологической заболеваемости, необходимо иметь достоверные данные на популяционном уровне [1–4].

Канцерогенный эффект ионизирующей радиации неоднократно был изучен в эпидемиологических исследованиях, проведенных среди различных групп населения, подвергавшихся облучению по медицинским показаниям, на рабочем месте, включая ядерные производства, при испытании атомного оружия, в результате аварии на атомной электростанции и других ядерных установках, при атомной бомбардировке Хиросимы и Нагасаки. По данным Международного агентства по изучению рака, число случаев злокачественных новообразований растет во всем мире, что в основном связано с увеличением продолжительности жизни. Согласно прогнозу, ежегодно регистрируемое число впервые диагностированных случаев злокачественных новообразований к 2040 г. увеличится с 17,0 млн до 27,5 (на 61,4%) [3, 4].

В наших исследованиях проведен анализ динамики заболеваемости злокачественными новообразованиями (далее — ЗНО) среди работников радиационно-опасных предприятий и населения, проживающего вблизи объектов атомной промышленности и ядерной энергетики, в сравнении с аналогичными данными всего контингента лечебно-профилактических учреждений ФМБА России и Российской Федерации в целом, рассмотрено влияние факторов канцерогенного риска на заболеваемость ЗНО за 2012–2018 гг.

Целью работы является изучение динамики заболеваемости и смертности от ЗНО, а также анализ влияния факторов канцерогенного риска на заболеваемость ЗНО изучаемого контингента.

Основными источниками информации о больных с ЗНО являются данные лечебно-профилактических учреждений территориального уровня, подведомственных ФМБА России (далее — ЛПУ ФМБА России), полученные из ФГБУ ФЦИТЭП ФМБА России (формы № 7 и № 35) и данные МНИОИ им. А. И. Герцена — филиал ФГБУ «НМИРЦ» МЗ России о ЗНО в России [5].

В процессе работы изучена динамика показателей онкологической заболеваемости изучаемого контингента в сравнении с аналогичными показателями по России (2012–2016 гг.) по следующим критериям:

- впервые установлен диагноз ЗНО, абс.;
- заболеваемость (на 100 000 нас.);
- годовая летальность, %;
- смертность (на 100 000 чел.);
- пятилетняя выживаемость, %.

Кроме того, рассмотрена повозрастная динамика заболеваний ЗНО пациентов ЛПУ ФМБА России по сгруппированным следующим образом возрастным группам: 0–29, 30–49, 50–69, 70+ лет и факторы канцерогенного риска.

При анализе влияния факторов канцерогенного риска на количество заболеваний злокачественными новообразованиями работников радиационно-опасных предприятий и населения прилегающих территорий, обслуживаемых ЛПУ ФМБА России, за период 2006–2016 гг. были рассмотрены следующие факторы: *Профессиональные*: ионизирующее излучение, радиоактивные вещества (полоний, торий, плутоний, радий, стронций), пыль с адсорбированным на ней бензолом, соединения пыли радиоактивных руд, гидразин и его соединения, тяжелые металлы, ртуть, вибрация, шум). *Наследственные*: онкологическое заболевание у близких родственников. *Вредные привычки*: курение, алкоголь, прочие.

Результаты проведенных исследований представлены в таблицах 1–2 и на рисунках 1–4.

Таблица 1. — Показатели заболеваемости ЗНО за 2012–2018 гг. (ЛПУ ФМБА в сравнении с РФ)

Параметры		2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	Темп прироста, %
Впервые установлен диагноз ЗНО	ФМБА	9659	9441	10 125	9634	9655	9970	10 243	0,03
	Россия	525 931	535 887	544 763	589 341	599 348	617 177	624 709	3,32
Заболеваемость (на 100 000 чел.)	ФМБА	328,4	325,0	355,5	345,8	359,6	375,1	390,1	2,29
	Россия	367,3	373,4	388,0	402,6	408,6	420,3	425,5	2,7
Годичная летальность, %	ФМБА	19,8	20,8	21,3	18,7	17,7	18,5	20,2	-2,76
	Россия	26,1	25,3	24,8	23,6	23,3	22,5	22,2	-2,8
Смертность (на 100 000 чел.)	ФМБА	149,1	143,1	154,5	154,0	168,3	172,6	167,9	3,07
	Россия	201,0	201,1	199,5	202,5	201,6	197,9	200,1	1,07
5-летняя выживаемость, %	ФМБА России	49,6	51,0	51,5	53,1	54,3	54,1	54,0	2,29
	Россия	51,1	52,4	52,3	52,9	53,3	53,9	65,4	1,06

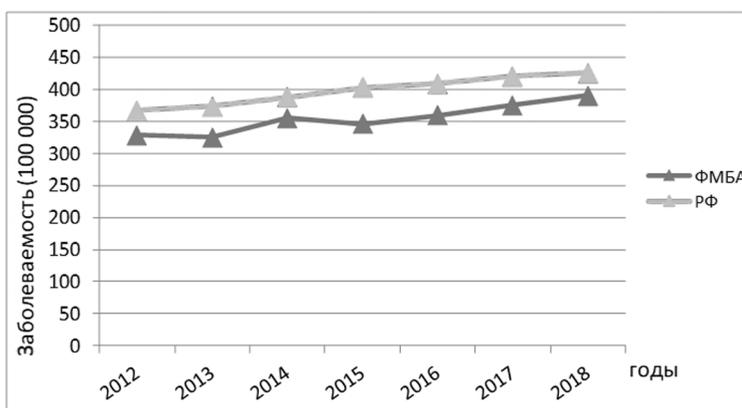


Рисунок 1. — Динамика заболеваемости ЗНО пациентов ЛПУ ФМБА России и РФ (на 100 000 чел.)

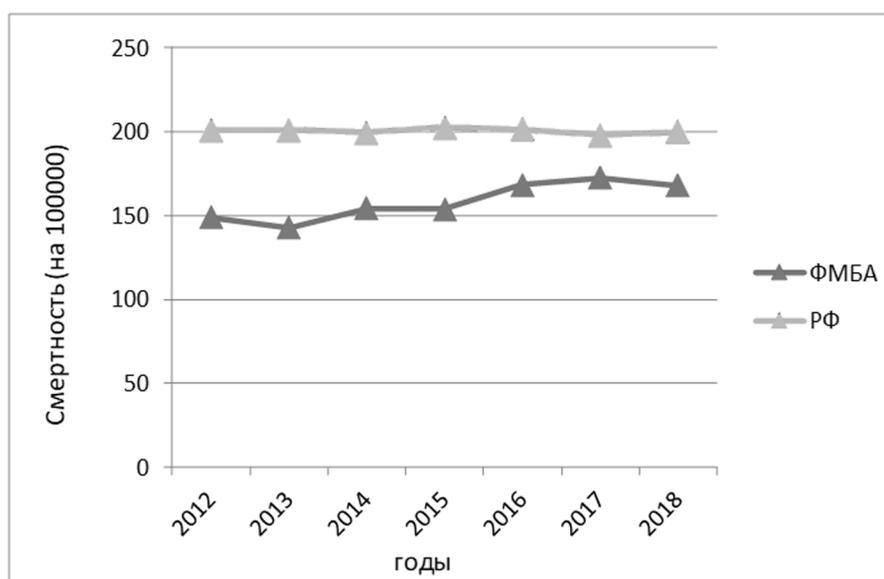
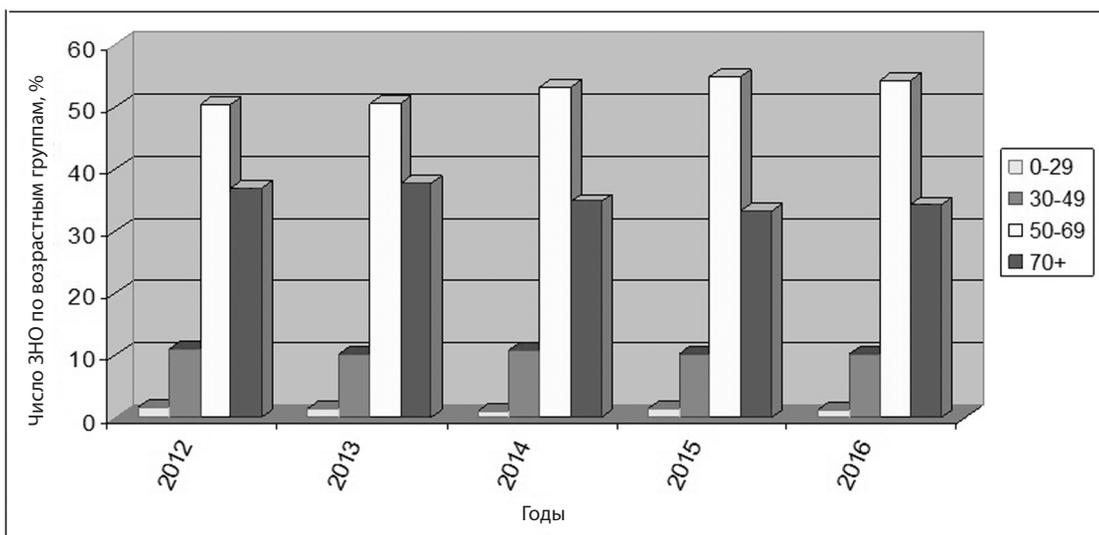


Рисунок 2. — Динамика смертности от ЗНО пациентов ЛПУ ФМБА России и РФ (на 100 000 чел.)



**Рисунок 3. — Распределение числа заболеваний ЗНО по возрастным группам пациентов ЛПУ ФМБА России за 2012–2016 гг.,%**

Как видно из представленных в таблице 1 и на рисунке 1 данных, заболеваемость ЗНО (на 100 000 населения) прикрепленного к ЛПУ ФМБА контингента за 2012–2018 гг. увеличилась с 328,4 до 359,6. Среднегодовой темп прироста составил 2,3%.

За этот же период времени заболеваемость по России увеличилась с 367,3 до 408,6 (прирост 2,7%), что в значительной мере определено неблагоприятным направлением демографических процессов в популяции России, обусловившим «постарение» населения [5].

Среднегодовой темп прироста составил 2,9%.

Смертность от ЗНО (на 100 000 населения) за данный период по ЛПУ ФМБА России была ниже (149,1–168,3), чем по России (201,0–201,6) (таблица 1, рисунок 2).

Следует отметить, что заболеваемость ЗНО и смертность среди пациентов ЛПУ ФМБА за период 2012–2018 гг. были ниже таковых по России. Что касается повозрастных показателей заболеваний ЗНО изучаемого контингента, можно отметить, что наибольшее число случаев ЗНО наблюдается в группах старших возрастов: 40–59 лет — 23,3–26,6%; 60–85 лет — 72,2–68,3% (рисунок 3).

В результате многочисленных эпидемиологических и лабораторных исследований получены убедительные данные об этиологических факторах возникновения ЗНО. К ним относятся: курение и другие формы потребления табака, чрезмерная масса тела, низкая физическая активность, питание, богатое обработанными мясными продуктами и мясом и бедное овощами и фруктами, употребление алкогольных напитков, некоторые виды вирусной и бактериальной инфекций, чрезмерное воздействие солнечных лучей, канцерогенные вещества на рабочем месте и в атмосферном воздухе, ионизирующая радиация, экзогенные гормоны [1, 2, 6].

Анализ состояния здоровья населения, проживающего на прилегающих к радиационно-опасным объектам территориях, показал, что в целом выявленные расстройства здоровья населения связаны в основном с возрастом, полом обследованных лиц, неблагоприятными социально-бытовыми условиями жизни и рядом других факторов, из которых наибольшее внимание вызывают так называемые факторы канцерогенного риска. Исходя из возможности потенциально опасных воздействий как на окружающую среду, так и на здоровье населения, в зоне расположения радиационно-опасных объектов необходим постоянный контроль и анализ показателей онкологической заболеваемости, осуществляемый на персональном уровне и с использованием регистровых технологий.

Как видно из таблицы 2 и рисунка 4, количество выявленных ЗНО у пациентов ЛПУ ФМБА России, связанных на производстве с профессиональными факторами, за период 2006–2016 гг. составляет 8,9–9,2% (соответственно) от общего числа ЗНО, что может свидетельствовать об усовершенствовании технологических процессов на производстве, приводящем к уменьшению контакта работников с вредными факторами, и усилении контроля за проведением периодических медицинских осмотров. Влияние наследственных факторов составляет 13,5–21,9%; вредных привычек: курение — 25,5–30,6%; алкоголь — 3,2–0,8%. В то же время у жителей прилегающих территорий число ЗНО за изучаемый период составило 82,7–76,4% (соответственно).

Таблица 2. — Влияние факторов канцерогенного риска на количество ЗНО (абс., %) у контингента ЛПУ ФМБА России за 2006–2016 гг.

Годы	ЗНО всего	Профессиональные факторы, абс., %				Наследственность, абс., %				Вредные привычки, абс., %			
		Работники предприятий и пенсионеры, ранее работавшие на предприятиях		Прочие*		Есть		Нет		Курение		Алкоголь	
		абс.	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.
2006	5242	906	17,3	4336	82,7	707	13,5	3249	62	1338	25,5	168	3,2
2007	5472	1100	20,1	4372	79,9	800	14,6	3536	64,6	1270	23,2	266	4,9
2008	5461	1158	21,2	4303	78,8	837	16,2	3499	64,1	1313	24	202	3,7
2009	5346	1159	21,7	4187	78,3	879	16,4	3509	65,6	1284	24	81	1,51
2010	5646	1089	19,3	4557	80,7	937	16,6	3266	57,8	1183	21	135	2,4
2011	4976	1129	22,7	3847	77,3	1016	20,4	3625	72,8	1599	32,1	157	3,2
2012	3039	771	25,4	2268	74,6	752	24,7	2666	87,7	1174	38,6	69	2,3
2016	3560	839	23,6	2721	76,4	782	21,9	2874	80,7	1089	30,6	29	0,8

\* Жители территориальных образований, не являющиеся работниками или пенсионерами основного предприятия.

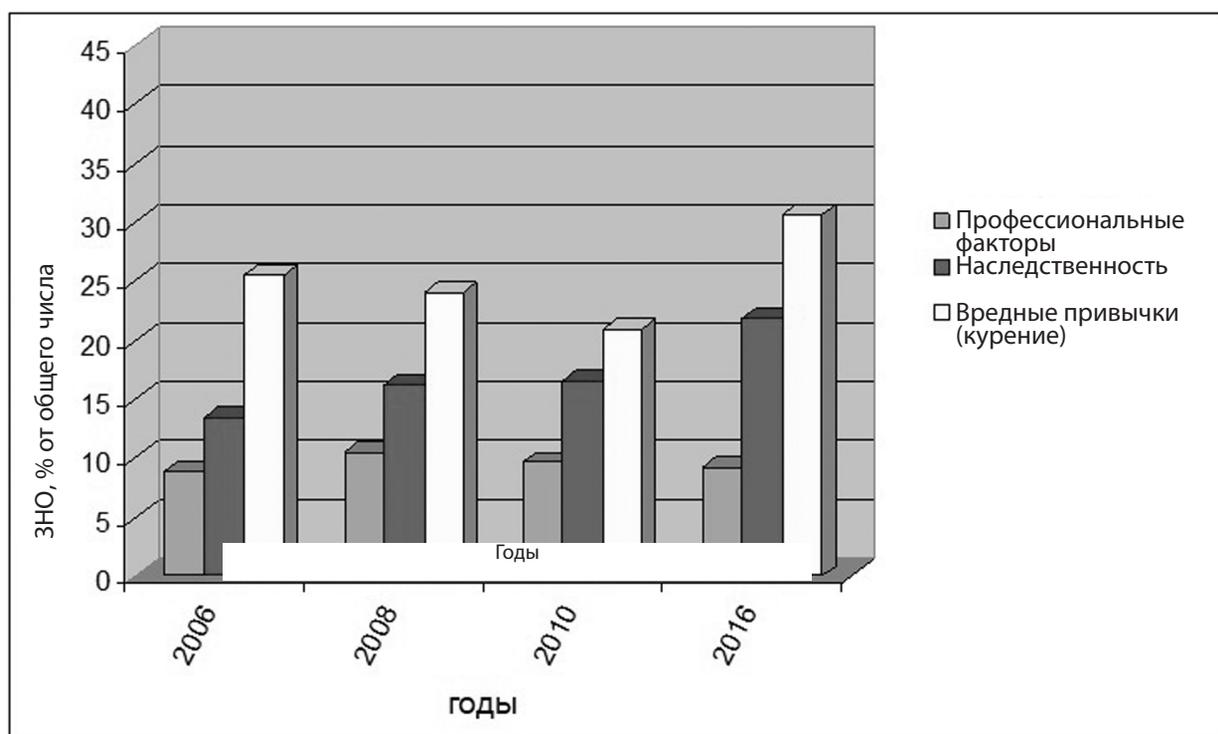


Рисунок 4. — Влияние факторов канцерогенного риска на число ЗНО у контингента ЛПУ ФМБА России

По результатам проведенного клинико-эпидемиологического анализа статистики злокачественных новообразований и смертности от них следует отметить рост абсолютного числа заболеваний ЗНО с впервые установленным диагнозом в интервале 2012–2018 гг. как по ЛПУ ФМБА, так и по России (в целом), что возможно связано с увеличением продолжительности жизни, более ранним выявлением заболеваний, а также с применением высокотехнологичных методов диагностики.

В то же время заболеваемость (на 100 000 населения) среди пациентов ЛПУ ФМБА России в период с 2012 до 2018 г. была ниже (328,4–359,6) по сравнению с таковой по России (367,4–408,6).

Смертность от ЗНО (на 100 000 населения) за данный период по ЛПУ ФМБА России также была ниже (149,1–168,3), чем по России (201,0–201,6).

Показатель годичной летальности (%), отражающий своевременность выявления заболеваний ЗНО и адекватность проведенного лечения, на протяжении всего периода исследования был ниже у пациентов ЛПУ ФМБА России по сравнению с таковым по России. В 2016 г. по ЛПУ ФМБА России он составил 17,7 %, по России — 23,3 %.

Пятилетняя выживаемость (показательный критерий оценки качества оказываемой профилактической и лечебной помощи на местах и уровня запущенности) увеличилась в течение данного периода (2012–2018 гг.) как по ЛПУ ФМБА России (49,9–54,3 %), так и по России (51,0–53,3 %). Основную группу риска по количеству ЗНО составляет возрастная группа от 55 до 70 лет.

Следует сказать, что на рост заболеваемости ЗНО как пациентов ЛПУ ФМБА России, так и населения России в целом оказывают влияние факторы образа жизни (курение, алкоголь), социально-экономические факторы, наследственность, окружающая среда.

Результаты исследования могут стать основой для разработки мероприятий по медико-социальной реабилитации работников предприятий и организаций, обслуживаемых лечебно-профилактическими учреждениями ФМБА России, а также прикрепленного контингента. Исходя из возможности потенциально опасных воздействий как на окружающую среду, так и на здоровье населения, в зоне расположения радиационно-опасных объектов необходим постоянный контроль и анализ показателей онкологической заболеваемости, осуществляемый на персональном уровне с использованием регистровых технологий.

## Литература

1. A Review of Human Carcinogens. Part D: Radiation. — Lyon, France : International agency for research of cancer, 2009. — P. 7–303. — (IARC Monogr Eval Carcinog Risks Hum.; Vol. 100).
2. Long-term effects of traffic-related air pollution on mortality in a Dutch cohort (NLCS-AIR Study) / R. Beelen [et al.] // Environ. Health Perspect. — 2008. — Vol. 116, № 2. — P. 196–202.
3. Планирование и развитие системы популяционной регистрации злокачественных новообразований в странах с низким и средним уровнем дохода. Техническая публикация МАИР № 43. — Лион, Франция : Международное агентство по изучению рака, 2016. — 45 с.
4. Shore, R. Lessons from Fukushima: scientists need to communicate better / R. Shore // Bull. World Health Organ. — 2013. — № 91. — P. 396–397.
5. Злокачественные новообразования в России в 2018 году (заболеваемость и смертность) / под ред. А.Д. Каприна, В.В. Старинского, Г.В. Петровой. — М. : МНИОИ им П.А. Герцена — филиал ФГБУ «НМИЦ радиологии» МЗ России, 2019. — 250 с.
6. Koterov, A.N. Tandem of radiation epidemiology and radiobiology for practice and radiation protection / A.N. Koterov, G.P. Zharkova, A.P. Biryukov // Medical Radiology and Radiation Safety (Moscow). — 2010. — Vol. 55, № 5. — P. 48–73.

Поступила 20.11.2020

## ОЦЕНКА ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗМОЖНОЙ ТЯЖЕЛОЙ РАДИАЦИОННОЙ АВАРИИ НА БЕЛОРУССКОЙ АЭС

Кочергина Н. С., [natkoch09@gmail.com](mailto:natkoch09@gmail.com),  
Кляус В. В., к. б. н., [vkliaus@gmail.com](mailto:vkliaus@gmail.com)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В соответствии с законодательством Республики Беларусь и Национальным планом по реагированию на радиационные аварии на Белорусской АЭС (далее — БелАЭС) в компетенцию органов государственного санитарного надзора (далее — госсаннадзора) и ситуационно-кризисного центра

Министерства здравоохранения Республики Беларусь входит оценка доз облучения населения (прогнозируемых и полученных), радиационный мониторинг продуктов питания и питьевой воды в реперных населенных пунктах в случае радиационной аварии [1].

Как показывает практика, на АЭС возможны нарушения режимов нормальной эксплуатации и возникновение аварийных ситуаций с выходом радиоактивных веществ за пределы площадки АЭС — запроектные аварии, что представляет потенциальный риск для персонала АЭС, населения и окружающей среды и требует принятия технических и организационных мер, в том числе возникает необходимость разработки научно обоснованной методологии и программ по планированию и проведению аварийного радиационного мониторинга продуктов питания, питьевой воды и мест обитания населения, а также разработки методических основ оценки прогнозируемых и полученных доз облучения населения при авариях на атомных электростанциях в отсутствие защитных мероприятий и после их введения.

Для оценки масштабов необходимого аварийного реагирования на этапе проектирования и строительства АЭС необходимо провести оценку прогнозируемых доз облучения населения при возможных авариях. С учетом принципа консервативности для БелАЭС проведена оценка последствий тяжелой запроектной аварии (далее — ЗА), при которой масштаб последствий для окружающей среды и здоровья населения будет максимальным.

В качестве ЗА выбран реперный сценарий тяжелой ЗА с большой течью теплоносителя первого контура с отказом активной части системы охлаждения активной зоны (ДУЗ46+ЕССС) и дополнительным наложением полного обесточивания АЭС в первые 24 часа, описанный в Предварительном отчете по обоснованию безопасности Белорусской АЭС (Белорусская АЭС Блок 1, Отчет по обоснованию безопасности (предварительная редакция), Глава 15, книга 7, п. 15.7.5.1) (далее — ПООБ). В ПООБ выбор реперного сценария тяжелой аварии основан на результатах выполнения вероятностного анализа безопасности (ВАБ-1 и ВАБ-2) для блоков-аналогов (1, 2 блоки Тяньваньской АЭС в Китае с ВВЭР-1000).

В качестве исходного состояния энергоблока рассмотрен номинальный режим работы блока на 100 % мощности. В процессе развития аварии принято допущение, что оборудование, не приведенное в перечне отказов и в модельных предположениях, работает в штатном режиме.

В расчетах моделировались меры по управлению тяжелой аварией: отключение спринклерной системы через 1800 с после начала аварии и открытие системы аварийного газоудаления по сигналу достижения температуры над активной зоной +400 °С.

Авария сопровождается быстрыми процессами деградаци и плавления активной зоны при медленном росте давления в контайнменте с сохранением локализирующих функций двойной защитной оболочки.

В соответствии с международными подходами выход продуктов деления в контайнмент, обусловленный внутрикорпусной фазой аварии, рассмотрен для трех периодов: разгерметизация оболочки твэлов и начальный разогрев топлива, ранняя и поздняя фазы. На основании выполненных в рамках ПООБ теплогидравлических расчетов продолжительность начальной фазы аварии принята равной 0,5 ч, ранней внутрикорпусной фазы — 1,5 ч, внекорпусной фазы — 1,4 ч. В соответствии с рекомендациями продолжительность поздней внутрикорпусной фазы принята равной 10 ч.

Для анализа радиационных последствий аварий данного класса негерметичность контайнмента принимается равной 0,2 % от объема в сутки в период повышенного давления в контайнменте (до 4 суток). После снижения давления в контайнменте до атмосферного за счет работы спринклерной системы в период от 4 до 30 суток принята расчетная утечка 0,1 % от объема в сутки. Свободный объем контайнмента равен 74 530 м<sup>3</sup>.

Прямые протечки в окружающую среду через шлюзы, проходки и арматуру (байпас контайнмента) в соответствии с требованиями технических спецификаций на оборудование АЭС-2006 приняты равными 1 % от проектной величины интегральной неплотности контайнмента согласно рекомендациям Клуба Европейских эксплуатирующих организаций (EUR). Эффективность фильтрационной системы принята равной от 90 % (для органических соединений йода) до 99,9 % (для молекулярного йода и аэрозолей). Для учета неопределенностей в модели полного перемешивания утечек радиоактивных газов и аэрозолей из контайнмента в межоболочечном пространстве дополнительно принято, что 1 % вытяжного воздуха, поступающего на фильтры, попадает в окружающую среду без фильтрации (байпас фильтров).

Аварийный выброс на интервале 1–30 суток после аварии формируется за счет низкого (байпас контайнмента и байпас фильтров) и высотного (через венттрубу) выбросов. При оценке доз облучения населения выброс на данном этапе аварии консервативно рассмотрен на высоте 30 м.

Параметры модели ЗА, использованные при расчете для оценки аварийного выброса радионуклидов программным кодом InterRas (The International Radiological Assessment System), который предназначен для использования специалистами, выполняющими оценки радиологических аварий, представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Параметры модели ЗА, используемые в расчете последствий аварии на БелАЭС

Параметр	Значение
Мощность	3200 МВт (полная)
Спринклерная система	Отключена через 1800 с
	Включена через 24 ч
Активная зона	Расплавление
Защитная оболочка	Не нарушена
Свободный объем контайнмента	74530 м <sup>3</sup>
Негерметичность контайнмента	0,2 % от объема в сутки
	0,1 % от объема в сутки
Байпас контайнмента	1 % от интегральной неплотности контайнмента
Байпас фильтров	1 %
Продолжительность выброса	10 часов
Фракции выброса йода	95 % — аэрозоли
	4,85 % — молекулярный йод
	0,15 % — органические соединения
Высота выброса	30 м (низкий), 100 м (высотный)

Расчетные аварийные выбросы через неплотности двойной защитной оболочки на различных этапах данной ЗА, рассчитанные с помощью программного пакета InterRAS, приведены в таблице 2.

Таблица 2. — Выброс радионуклидов в окружающую среду за первые 10 часов при ЗА на БелАЭС, Бк

Радионуклид	Активность, Бк	Радионуклид	Активность, Бк	Радионуклид	Активность, Бк
Cs-134	$9,90 \times 10^{12}$	I-135	$5,00 \times 10^{15}$	Rb-88	$6,10 \times 10^{15}$
Cs-136	$2,00 \times 10^{12}$	Kr-83m	$8,20 \times 10^{12}$	Xe-131m	$9,60 \times 10^{12}$
Cs-137	$6,90 \times 10^{12}$	Kr-85	$1,20 \times 10^{15}$	Xe-133	$1,40 \times 10^{15}$
Cs-138	$6,90 \times 10^{12}$	Kr-85m	$4,30 \times 10^{15}$	Xe-133m	$4,00 \times 10^{15}$
I-131	$3,60 \times 10^{15}$	Kr-87	$2,20 \times 10^{15}$	Xe-135	$2,40 \times 10^{14}$
I-132	$3,00 \times 10^{15}$	Kr-88	$7,40 \times 10^{15}$	Xe-135m	$1,30 \times 10^{15}$
I-133	$6,50 \times 10^{15}$	Rb-86	$7,10 \times 10^{10}$	Xe-138	$6,00 \times 10^{12}$
I-134	$2,30 \times 10^{15}$				

Общая активность аварийного выброса за первые 10 часов при ЗА на БелАЭС составит  $2,15 \times 10^{15}$  Бк.

Дозы облучения населения рассчитывались для раннего (за 10 часов, 1 сутки, 7 дней) и последующего (30 дней) этапов аварии с целью оценки вероятности возникновения у населения Республики Беларусь детерминированных и стохастических эффектов и сравнения с действующими национальными и международными критериями реагирования [2, 3]. К дозам ранней фазы аварии относятся дозы, рассчитанные за период менее чем 1000 часов. Дозы, рассчитанные за период 1 и более месяцев, относят к долгосрочным дозам.

В качестве репрезентативного лица [4] для оценки доз облучения при авариях выбран взрослый человек (старше 17 лет).

С помощью программного пакета JRODOS рассчитаны следующие дозы облучения:

- 1) средняя ОБЭ — взвешенная поглощенная доза облучения красного костного мозга (далее — доза облучения красного костного мозга);
- 2) эквивалентная доза облучения щитовидной железы;
- 3) доза облучения от облака, формируемая вследствие внешнего облучения от проходящего радиоактивного облака;

- 4) доза от выпадений, формируемая вследствие внешнего облучения от выпадений;
- 5) эффективная доза от ингаляционного поступления радионуклидов;
- 6) общая эффективная доза, которая в данном случае складывается из следующих составляющих: эффективной дозы от ингаляции, дозы вследствие облучения от облака и дозы, сформированной от выпадений.

Доза облучения красного костного мозга за первые 10 часов после аварии оценена с целью определения вероятности возникновения у населения тяжелых детерминированных эффектов на основании общих критериев реагирования в случае острого облучения, при которых необходимы срочные защитные и другие меры реагирования при любых обстоятельствах [2–4].

Доза облучения щитовидной железы рассчитана только за счет ингаляционного поступления радионуклидов.

Для позднего этапа аварии за 1-й год после аварии рассчитана только общая эффективная доза.

Для БелАЭС определены следующие зоны (радиусы) аварийного планирования: зона предупредительных мер (далее — ЗПМ) — радиус 3 км; зона планирования срочных защитных мер (далее — ЗПСМ) — радиус 15 км; на расстоянии до 100 км предусматриваются меры по мониторингу (на подготовительном этапе, до возникновения аварийной ситуации) мощности дозы от выпадений и последующего проведения защитных мероприятий в течение такого срока (от недели до месяца), когда их осуществление позволит эффективно снизить возникновение стохастических эффектов, а также на расстоянии до 300 км — меры по ограничению потребления местных продуктов питания и питьевой воды [1]. Оценка последствий прогнозируемой тяжелой ЗА производилась в соответствии с данными зонами.

По результатам проведенной прогнозной оценки радиологических последствий радиационных аварий на АЭС установлено, что при реперной ЗА на Белорусской АЭС (рассмотренной в рамках Отчета по обоснованию безопасности) с общим выбросом радионуклидов в атмосферу, равным  $4,5 \times 10^{15}$  Бк (за 1 сутки), продолжительность переноса радиоактивного загрязнения на расстояние до 100 км от Белорусской АЭС при различных сценариях метеоусловий составит менее 2 часов.

Максимальное значение мощности дозы гамма-излучения в непосредственной близости от БелАЭС составит 77 мкЗв/ч и превысит действующий уровень вмешательства для значения загрязнения почвы, требующего введения немедленных ограничений на потребление листьев овощей, молока животных, пасущихся в данной зоне, и дождевой воды, собираемой для питья, с целью удержания дозы облучения любого лица на уровне ниже установленного — ДУВЗ (мощность дозы на высоте 1 м над уровнем земли составляет 1 мкЗв/ч) на расстоянии до 8 км от БелАЭС.

Максимальные плотности выпадения  $^{131}\text{I}$ , прогнозируемые на расстоянии 3 км от БелАЭС (в ЗПМ), за 24 часа после ЗА на БелАЭС составят от 120 кБк/м<sup>2</sup> до 462 кБк/м<sup>2</sup>. Плотность выпадения  $^{131}\text{I}$  на территории 15 км (ЗПСМ) и 100 км (РПП) вокруг БелАЭС будет менее 37 кБк/м<sup>2</sup>. Максимальные плотности выпадения  $^{137}\text{Cs}$  на расстоянии 3 км от БелАЭС за 24 часа после ЗА на БелАЭС на расстоянии 3–5 км от станции будут незначительными — менее 37 кБк/м<sup>2</sup>.

Максимальные уровни содержания  $^{131}\text{I}$  на раннем этапе аварии на Белорусской АЭС будут наблюдаться в листовых овощах: удельная активность  $^{131}\text{I}$  составит за первые сутки на расстоянии 3 км от БелАЭС до 651 кБк/кг, а в коровьем молоке — до 89,6 кБк/л. Максимальные уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  на раннем этапе аварии будут наблюдаться в листовых овощах — до 42 кБк/кг. В коровьем молоке максимальная удельная активность  $^{137}\text{Cs}$  составит 2,28 кБк/л, в мясе (свинина) — 61,2 Бк/кг (сценарий 2), в картофеле — 5,78 Бк/кг.

Значение удельной активности в продуктах питания, молоке и воде (ДУВ7) составляет для  $^{131}\text{I}$  — 1000 Бк/кг, для  $^{137}\text{Cs}$  — 200 Бк/кг. ДУВ 7 для  $^{131}\text{I}$  при ЗА будут превышены в радиусе 100 км от БелАЭС, для  $^{137}\text{Cs}$  — превышены в 2–3 раза в ЗПСМ. Следовательно, защитные меры в виде введения запрета на потребление местных продуктов питания и воды из открытых источников и проведение мониторинга продуктов питания и питьевой воды потребуются в радиусе 100 км от БелАЭС [1–3]. Уровни содержания  $^{137}\text{Cs}$  в молоке превысят нормативы согласно РДУ-99 (норматив 100 Бк/л) более чем в 20 раз. В мясе (свинина) и картофеле превышение нормативов содержания  $^{137}\text{Cs}$  не прогнозируется (нормативы содержания  $^{137}\text{Cs}$  составляют 180 и 80 Бк/кг соответственно).

По результатам прогнозной оценки ЗА БелАЭС установлено, что потребуются следующие меры по защите населения:

- проведение йодной профилактики у взрослых на расстоянии до 3 км от БелАЭС, а у детей — более 5 км от БелАЭС;

- введение запрета на потребление местных продуктов питания и воды из открытых источников потребуются в радиусе 100 км от БелАЭС [1];
- дополнительных мероприятий, таких как дезактивационные работы, на территории вокруг Белорусской АЭС проводить не потребуется;
- обязательно проведение радиационного мониторинга, а также мониторинга продуктов питания и питьевой воды в радиусе 100 км от БелАЭС;
- информирование населения.

Полученные результаты согласуются с данными ранее проведенных исследований [5] и могут служить обоснованием программы по планированию и проведению аварийного радиационного мониторинга продуктов питания, питьевой воды и мест обитания населения для органов госнадзора.

## Литература

1. План защитных мероприятий при радиационной аварии на белорусской атомной электростанции (внешний аварийный план) [Электронный ресурс] : утв. постановлением Совета Министров Республики Беларусь 22 марта 2018 г. № 211. — Режим доступа: <https://energodoc.by/document/view?id=3245>. — Дата доступа: 01.06.2020.
2. Критерии оценки радиационного воздействия : гигиен. норматив : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 28 дек. 2012 г. № 213 // Радиационная гигиена : сб. норм. док. — Минск : РЦГЭиОЗ, 2013. — С. 35–167.
3. Preparedness and Response for a Nuclear and Radiological Emergency. General Safety Requirements Part 7 / International Atomic Energy Agency. — Vienna : IAEA, 2015. — 102 p.
4. Требования к радиационной безопасности : санитар. нормы и правила : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 28 дек. 2012 г. № 213 // Радиационная гигиена : сб. норм. док. — Минск : РЦГЭиОЗ, 2013. — С. 6–34.
5. Кляус, В.В. Оценка доз облучения населения при запроектной аварии на АЭС / В.В. Кляус // Экологический вестник. — 2010. — № 2 (12). — С. 58–65.

Поступила 11.11.2020

## ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ЭКСПЛУАТАЦИИ АТОМНЫХ ЭЛЕКТРОСТАНЦИЙ С РЕАКТОРОМ ВВЭР

*Сапоко Н.В., natalliasaroko@gmail.com,  
Роздяловская Л.Ф., lrozdyalousskaya@gmail.com*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Атомные станции во всем мире рассматриваются как рентабельный, конкурентоспособный источник производства энергии. По данным Международного агентства по атомной энергии (далее — МАГАТЭ), странами с высоким вкладом ядерной энергетики в производстве энергии являются: Франция (75,8%), Бельгия (55,2%), Швеция (45,8%), Швейцария (41,1%), Япония (35,9%) и Венгрия (35,6%).

В этом году в Беларуси вводится в эксплуатацию первая в стране атомная электрическая станция (далее — БелАЭС). Станция построена по современному типовому проекту реакторов ВВЭР-1200 «АЭС-2006», который полностью соответствует «постфукусимским» международным требованиям безопасности и отличается улучшенными показателями системы безопасности. Тем не менее, предоставление гарантий безопасности БелАЭС для населения остается актуальным вопросом, учитывая недавний опыт жителей республики по ликвидации результатов последствий аварии на Чернобыльской АЭС. Обеспечение общества объективной и достоверной информацией о возможных дополнительных дозах облучения, которые население может получить в результате ввода в эксплуатацию БелАЭС, является важным условием формирования у людей субъективных оценок, соответствующих реальной радиационной обстановке в зоне наблюдения (далее — ЗН) БелАЭС.

В период до полномасштабного ввода в эксплуатацию БелАЭС и далее до накопления фактических данных о воздействии радиационного фактора на население, источником информации мо-

гут служить экологические отчеты российских АЭС-аналогов БелАЭС и другие опубликованные материалы по оценке доз облучения населения, полученных в результате радиоактивных сбросов и выбросов радиоактивных веществ при эксплуатации этих электростанций.

В настоящей работе по материалам указанных источников проанализированы фактические и прогнозные дозы облучения населения, проживающего в ЗН российских АЭС, которые по характеру радиационного воздействия можно рассматривать в качестве аналогов БелАЭС. К ним относятся: Нововоронежская АЭС (далее — НВАЭС), 2 энергоблока, ВВЭР-1000 и ВВЭР-1200; Ленинградская АЭС (далее — ЛАЭС), 1 энергоблок ВВЭР-1200, и три АЭС с 4 энергоблоками ВВЭР-1000: Балаковская АЭС (далее — БАЭС), Калининская АЭС (далее — КАЭС) и Ростовская АЭС (далее — РоАЭС).

Наибольший интерес представляют результаты многолетнего комплексного радиационно-гигиенического мониторинга облучения населения в районах размещения российских АЭС, выполненного ФГБУ ГНЦ ФМБЦ им. А. И. Бурназяна ФМБА [1], анализ которых показывает: при нормальном режиме работы АЭС уровень радиоактивного загрязнения окружающей среды в зоне наблюдения АЭС находится в рамках разброса значений естественного радиационного фона: мощность эквивалентной дозы гамма-излучения — в диапазоне 0,08–0,15 мкЗв/ч; удельная активность  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в воде открытых водоемов менее 0,04 Бк/л; содержание  $^{90}\text{Sr}$  и  $^{137}\text{Cs}$  в местных пищевых продуктах в 100–1000 раз ниже установленных допустимых уровней.

Эффективные дозы облучения населения при нормальной работе современной АЭС составляют несколько мкЗв (таблица 1), что значительно меньше дозы, получаемой от техногенного фонового облучения, формируемого глобальными радиоактивными выпадениями  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{137}\text{Cs}$  «чернобыльского» происхождения. Выделить вклад этой величины в общую дозу облучения репрезентативного лица инструментальными методами не представляется возможным, даже для населения, проживающего в непосредственной близости от АЭС.

Таблица 1. — Эффективные дозы населения от выбросов АЭС, мкЗв/год [2–5]

Доза, мЗв/год	РоАЭС	БАЭС	НВАЭС	БалАЭС (прогноз)
Дозы облучения от фонового загрязнения почвы $^{137}\text{Cs}$	7,00	1,80	22	20
АЭС	2,80E-03	1,10E-03	8,30E-02	1,01E+00

Дополнительные дозовые нагрузки для населения, обусловленные работой АЭС, определяются расчетным путем с помощью математических моделей, использующих данные радиационно-гигиенического мониторинга и / или данные атомных электростанций о фактических выбросах и сбросах радионуклидов в окружающую среду.

Поскольку доказано, что более 90 % доз облучения населения от АЭС формируется газоаэрозольными выбросами, расчетные оценки индивидуальных эффективных доз, как правило, основываются на данных о воздействии газоаэрозольных выбросов.

На рисунке 1 и в таблице 2 суммированы результаты анализа опубликованных расчетных данных [2–4] по вкладам различных путей облучения в дозу населения, обусловленную газоаэрозольными плановыми выбросами исследуемых АЭС. В расчеты для эксплуатируемых АЭС (РоАЭС, НВАЭС, БАЭС) закладывались фактические активности радионуклидов в радиоактивных выбросах, для ЛАЭС и Балтийской АЭС (далее — БалАЭС) расчеты выполнялись с проектными данными.

Таблица 2. — Годовые эффективные дозы облучения населения от газоаэрозольных выбросов АЭС по различным путям облучения

АЭС	Доза, мкЗв/год				Суммарная доза населения, мкЗв/год
	пероральный путь (продукты питания)	ингаляционный путь	внешнее облучение от облака	внешнее облучение от поверхности почвы	
НВАЭС (2008)	4,80E-02	1,40E-03	8,20E-05	3,40E-02	8,30E-02
БАЭС (2008)	9,70E-04	2,00E-05	6,00E-08	8,30E-05	1,10E-03
РоАЭС (2011)	2,82E-04	1,10E-06	2,09E-03	4,15E-04	2,79E-03
ЛАЭС (проект)	5,92E-03	1,42E-03	1,85E-01	1,10E-03	1,93E-01
БалАЭС (проект)	8,24E-01	1,57E-03	1,77E-01	2,49E-03	1,01E+00

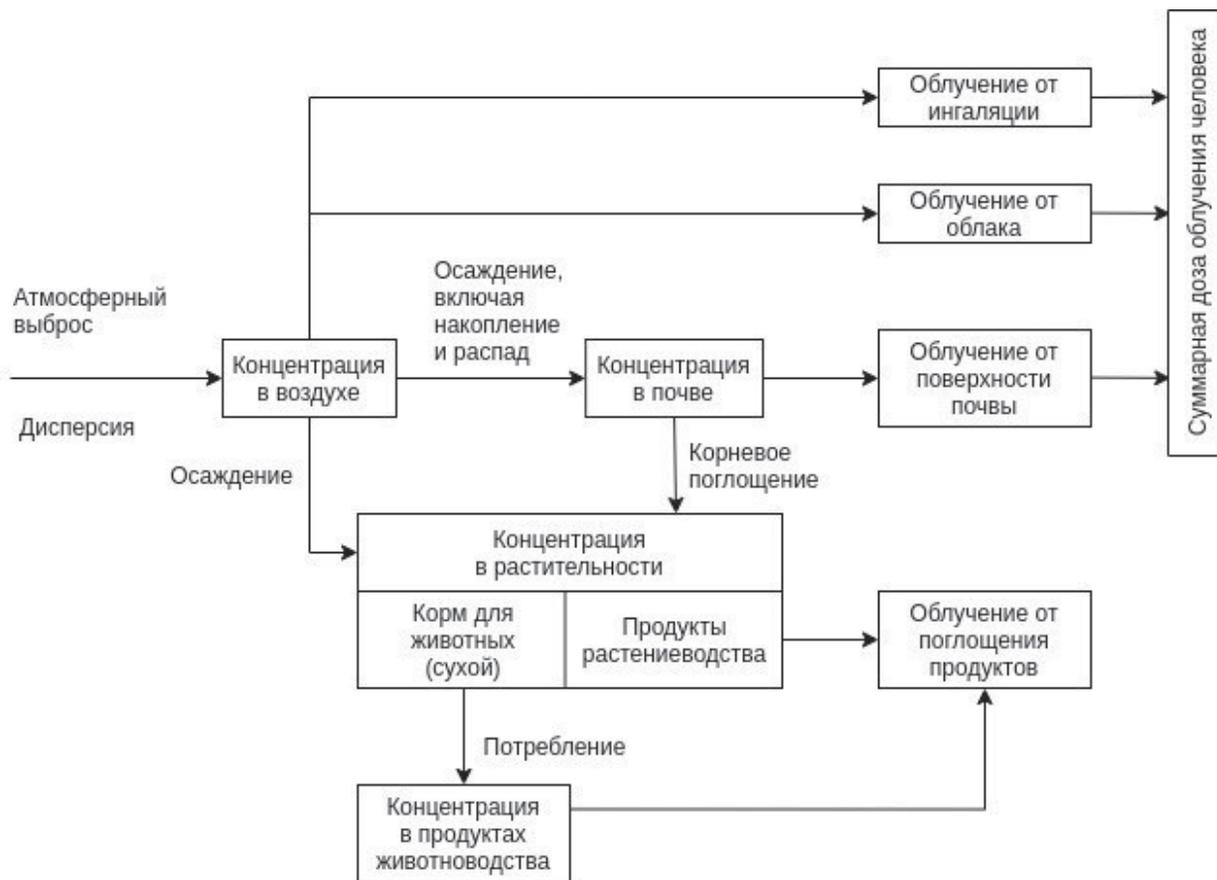


Рисунок 1. — Схема формирования дозы облучения человека в результате газоаэрозольных выбросов АЭС

Расчеты доз населения для НВАЭС и БАЭС (2008 г.) были выполнены с учетом основных дозообразующих радионуклидов:  $^{60}\text{Co}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{134}\text{Cs}$  и  $^{131}\text{I}$ . Эффективные дозы для населения ЗН РоАЭС рассчитаны с учетом дополнительного вклада в дозу облучения инертных радиоактивных газов (далее — ИРГ). Более поздние оценки для энергоблоков ВВЭР-1200 ЛАЭС и БалАЭС были выполнены с помощью программного средства CROM (Испания) и помимо вышеуказанных радионуклидов учитывали данные о содержании в проектных выбросах радионуклидов  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$ ,  $^{54}\text{Mn}$ ,  $^{51}\text{Cr}$ . Анализ оценок доз облучения населения по такому расширенному спектру радионуклидов показал, что  $^3\text{H}$  и  $^{14}\text{C}$ , ранее не учитывавшиеся в оценках, могут вносить в дозы облучения населения существенный вклад. Например, этим объясняются более высокие дозы облучения, рассчитанные для населения ЗН ЛАЭС и БалАЭС, в сравнении с дозами от тех АЭС, где  $^3\text{H}$  и  $^{14}\text{C}$  не учитывались (таблица 2).

В аспекте подтверждения значения  $^3\text{H}$ ,  $^{14}\text{C}$  и ИРГ в формировании эффективных доз облучения была проанализирована структура фактических годовых эффективных доз облучения населения, проживающего в ЗН западноевропейских и южнокорейских АЭС с типом реактора ВВЭР-1000 и PWR (зарубежный аналог ВВЭР). Анализ показал (таблица 3), что до 90 % годовой эффективной дозы облучения населения от газоаэрозольных выбросов эти АЭС относят к вкладу облучения от радионуклидов  $^{14}\text{C}$  и ИРГ.

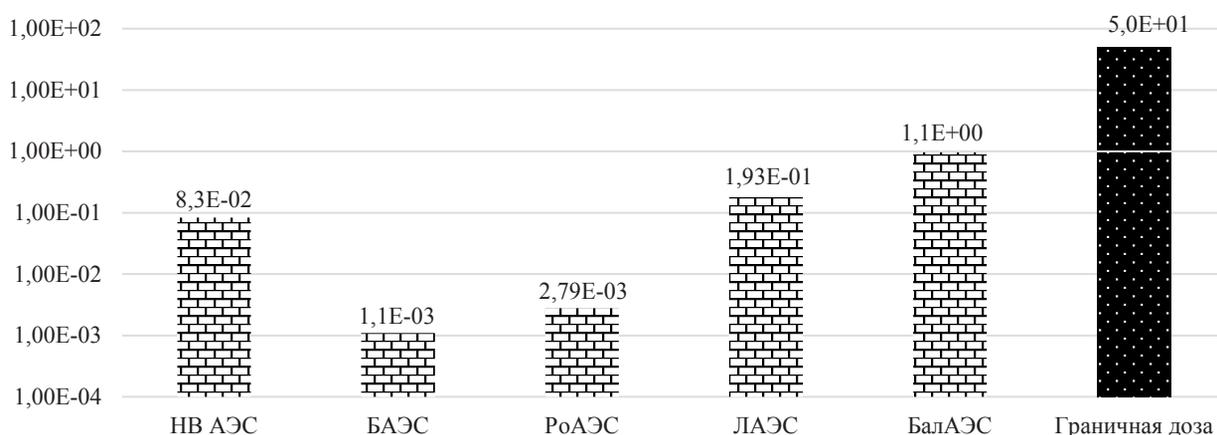
Таблица 3. — Вклад радионуклидов  $^{14}\text{C}$ ,  $^3\text{H}$  и ИРГ в эффективную дозу облучения населения в результате газоаэрозольных выбросов южнокорейских и западноевропейских АЭС с реактором типа ВВЭР и PWR

АЭС	Вклад радионуклидов в эффективную дозу облучения населения, %		
	$^{14}\text{C}$	$^3\text{H}$	ИРГ
АЭС с PWR Франции (19 шт.)	87	3	10
АЭС с PWR Германии (13 шт.)	94	1	4

АЭС	Вклад радионуклидов в эффективную дозу облучения населения, %		
	<sup>14</sup> C	<sup>3</sup> H	ИРГ
АЭС с ВВЭР-440 стран ЕС (5 шт.)	44	1	55
АЭС с ВВЭР-1000 стран ЕС (2 шт.)	82	3	15
АЭС с PWR Южной Кореи (3 шт.)	93	6	1

Различия вкладов отдельных радионуклидов в дозы облучения населения, формируемые по различным путям облучения, обусловлены физико-химическими свойствами элементов, влияющими на их миграционные особенности, а также характеристиками радиоактивных изотопов. Вклады в дозу <sup>3</sup>H и <sup>14</sup>C наиболее существенны при облучении, обусловленном поступлением радионуклидов в организм человека за счет дыхания. ИРГ вносят вклад в суммарную дозу только по пути внешнего облучения от радиоактивного облака. При облучении от поверхности почвы наибольший вклад вносят <sup>134</sup>Cs и <sup>137</sup>Cs, а при потреблении продуктов питания — <sup>134</sup>Cs, <sup>137</sup>Cs и <sup>131</sup>I, по последним данным — <sup>3</sup>H и <sup>14</sup>C [5].

Согласно санитарным нормам и правилам «Требования к радиационной безопасности», утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28.12.2012 № 213, установленный норматив граничной дозы облучения населения от газоаerosольных выбросов атомной станции в условиях нормальной эксплуатации составляет 50 мкЗв/год. Изученные данные подтверждают, что современные технологии очистки сбросов и выбросов АЭС с реактором ВВЭР-1000/1200 обеспечивают уровни доз облучения населения, которые в десятки раз ниже этой нормативной величины (рисунок 2).



**Рисунок 2. — Сопоставление нормативного уровня и фактических / планируемых доз облучения населения**

Таким образом, анализ и сравнительная оценка данных по дозам облучения населения в ЗН АЭС — аналогов БелАЭС свидетельствуют о пренебрежимо малом радиационном воздействии на население плановых радиоактивных выбросов и сбросов этих электростанций по сравнению с дозами облучения от других радиологических факторов: природных источников облучения и техногенного фоновое облучения, обусловленного глобальными и черномыльским радиоактивными выпадениями.

Показано, что существенный вклад в формирование дозы облучения населения в ЗН АЭС могут внести радиоизотопы углерода (<sup>14</sup>C) и трития (<sup>3</sup>H), которые на настоящий момент не относятся нормативными документами к основным дозообразующим радионуклидам. Это необходимо учитывать при проведении расчетных оценок воздействия на население плановых радиоактивных сбросов и выбросов БелАЭС.

## Литература

1. Комплексный радиационно-гигиенический мониторинг окружающей среды и здоровья населения в районах размещения АЭС России / Н.К. Шандала [и др.] // Экологическая и радиационная безопасность объектов атомной энергетики : материалы IV науч.-практ. конф., Калининград, 18–

19 окт. 2017 г. / под ред. М. И. Орловой, Е. Е. Ежовой. — Калининград, 2017 : ООО «Издательский дом «РОСТ-ДОАФК». — С. 83–88.

2. Шарпан, Л. А. Оценка дозы облучения населения в результате атмосферных выбросов Ростовской АЭС / Л. А. Шарпан, Е. И. Карпенко, С. И. Спиридонов // Атомная энергия. — 2013. — Т. 115, № 3. — С. 163–165.

3. Газиев, И. Я. Модельные расчеты радиоактивного загрязнения окружающей среды и оценки доз облучения населения зоны наблюдения Балаковской АЭС / И. Я. Газиев, А. И. Крышев // Радиация и риск. — 2011. — Т. 20, № 2. — С. 47–57.

4. Газиев, И. Я. Модельные расчеты радиоактивного загрязнения атмосферы, местности, сельскохозяйственной продукции и доз облучения населения в зоне наблюдений Нововоронежской АЭС / И. Я. Газиев, А. И. Крышев // Радиация и риск. — 2010. — Т. 19, № 1. — С. 48–59.

5. Оценка и прогнозирование дозы облучения населения в районе размещения АЭС с ВВЭР-1200 / Р. А. Микаилова [и др.] // Атомная энергия. — 2019. — Т. 127, № 1. — С. 47–50.

Поступила 11.11.2020

## УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ЦЕЗИЕМ-137 ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Чаховский П. А., к. б. н., [spectrometric@rspch.by](mailto:spectrometric@rspch.by),

Прус Н. Н., [spectrometric@rspch.by](mailto:spectrometric@rspch.by)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Антропогенное загрязнение окружающей среды приводит к тому, что химические элементы попадают в пищевую цепь, представляя таким образом потенциальную опасность для здоровья и жизнедеятельности человека. При этом растения являются важным передаточным звеном, через которое химические элементы, в том числе и радиоактивные, попадают из почвы, воды и воздуха в организм человека.

Возникновение проблемы радиоактивного загрязнения экосистем, и в частности агроценозов, неразрывно связано с освоением ядерной энергии. Крупномасштабное радиоактивное загрязнение цезием-137 (далее — Cs-137) пахотных земель является одним из наиболее тяжелых последствий аварии на Чернобыльской АЭС как для Республики Беларусь, так и для сопредельных республик. Уровень удельной активности основного дозообразующего радионуклида Cs-137 в почвах наиболее загрязненных районов увеличился по сравнению с доаварийным периодом в среднем в 66 раз. Большая часть радиоактивного изотопа цезия находится в корнеобитаемом слое почвы и еще долго будет доступна растениям на пахотных землях, поэтому ведение сельскохозяйственного производства в условиях радиоактивного загрязнения связано с рядом проблем. Неоднородность плотности загрязнения земель Cs-137, а также разность их почвенно-агрохимических параметров приводят к варьированию показателей активности получаемой растительной продукции в различных районах [1]. Это обстоятельство необходимо учитывать не только при ведении сельскохозяйственного производства, но также и при заготовке лекарственного сырья.

Живые организмы подвергаются одновременно внешнему (от находящихся извне источников излучения) и внутреннему (от инкорпорированных в органах и тканях радионуклидов) облучениям. Источники внутреннего облучения животных и человека поступают в организмы с водой и пищей (пероральный путь), с воздухом (ингаляционный источник) и через кожные покровы (перкутальный путь). Наиболее важными источниками внутреннего облучения являются те радионуклиды, которые поглощаются тканями. Степень поглощения радионуклидов зависит от их химической природы. Стронций-90 — химический аналог кальция, а Cs-137 — калия, поэтому стронций-90 аккумулируется в костях и вносит основной вклад в облучение костной ткани, а Cs-137 распределяется достаточно равномерно и рассматривается как основной источник генетических повреждений [2].

Лекарственные растения, собранные в дикой природе или культурно выращенные на загрязненной радиоактивными элементами местности, хоть и не являются основным источником поступления радионуклидов в организм человека, но могут являться источником дополнительного облучения. В связи

с этим изучение активности радиоизотопа Cs-137 в лекарственном сырье имеет практическую значимость, так как позволяет не допустить к использованию потребителем небезопасного фитосырья [3].

С целью снижения внутреннего облучения населения в Республике Беларусь разработаны Гигиенический норматив «Республиканский допустимый уровень содержания цезия-137 в лекарственно-техническом сырье (РДУ/ЛТС-2004)» (далее — РДУ/ЛТС-2004) [4] и Гигиенический норматив «Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов», утвержденный постановлением МЗ РБ № 52 от 21.06.2013 [5]. РДУ/ЛТС-2004 распространяется на высушенное лекарственно-техническое сырье: цветы, листья, травы, клубни, корни, корневища, плоды, ягоды, лекарственные грибы и другое сырье из лекарственных растений. Согласно РДУ/ЛТС-2004 [4], в лекарственно-техническом сырье удельная активность Cs-137 не должна превышать 370 Бк/кг. Данный норматив установлен для высушенного сырья с влажностью от 13 до 18%. Однако удельная активность Cs-137 в аралии маньчжурской регламентируется Гигиеническим нормативом [5], в котором предел равен 60 Бк/кг.

Цель исследований — оценить уровни загрязненности радиоизотопом Cs-137 лекарственного растительного сырья, поставляемого в 2019–2020 гг. белорусским фармацевтическим предприятиям для производства лекарственных средств.

Испытаниям подверглись 14 образцов лекарственного растительного сырья из Республики Беларусь, 4 образца — из Республики Украина, по 2 образца — из Российской Федерации и Республики Польша, по 1 образцу — из Китайской Народной Республики и Республики Молдова. Все испытанные образцы представляли собой высушенный измельченный материал.

Измерения активности Cs-137 в образцах плодов боярышника, корней аралии маньчжурской, валерианы корневищ с корнями, травы пустырника проводили на радиометре РКГ-02С «Алиот» по МВИ 114–94 «Методика экспрессного радиометрического определения по гамма-излучению объемной и удельной активности радионуклидов цезия в воде, почве, продуктах питания, продукции животноводства и растениеводства радиометрами РКГ-01, РКГ-02, РКГ-02С, РКГ-03». Испытуемые образцы помещали в сосуд объемом 0,5 дм<sup>3</sup> и тщательно уплотняли. Масса аликвоты составляла от 80 до 400 г, время определения — 8 мин в 5 повторах для каждого образца.

Измерения активности Cs-137 в образцах цветов календулы, травы пустырника, травы тысячелистника, корневищ элеутерококка, травы зверобоя, цветов ромашки, листьев шалфея, плодов боярышника, валерианы корневищ с корнями, травы душицы, травы синюхи, травы и корневищ пиона уклоняющегося и семян конского каштана проводились на гамма-радиометре спектрометрического типа РКГ-АТ1320 по МВИ.МН 1823–2007 «Методика выполнения измерений объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K в воде, продуктах питания, сельскохозяйственном сырье и кормах, промышленном сырье, продукции лесного хозяйства, других объектах окружающей среды, удельной эффективной активности естественных радионуклидов в строительных материалах, а также удельной активности <sup>137</sup>Cs, <sup>40</sup>K, <sup>226</sup>Ra, <sup>232</sup>Th в почве на гамма-радиометрах спектрометрического типа РКГ-АТ1320». Все образцы помещали в измерительный сосуд Маринелли объемом 1 дм<sup>3</sup>. Поскольку все образцы, за исключением семян конского каштана и плодов боярышника, могут утрамбовываться, то измерительный сосуд заполняли с избытком и прижимали до нужного объема с помощью уплотнителя из комплекта принадлежностей радиометра. Масса аликвоты составляла от 100 до 680 г, время измерения — 60 мин для каждого образца. Нижний предел обнаружения зависел от плотности образца.

Полученные результаты исследований удельной активности Cs-137 в образцах лекарственного сырья, поставляемого фармацевтическим предприятиям Республики Беларусь в течение 2019–2020 гг. из Республики Беларусь, Республики Украина, Российской Федерации, Республики Польша, Республики Молдова и Китайской Народной Республики, представлены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1. — Удельная активность Cs-137 в лекарственном сырье из Республики Беларусь

Лекарственное сырье	Активность Cs-137, Бк/кг	
	партия 1	партия 2
Календулы (ноготков) цветки	Менее 20	–
Пустырника трава	Менее 20	–
Тысячелистника трава	Менее 20	Менее 10
Боярышника плоды	Менее 40	–
Зверобоя трава	Менее 20	Менее 20
Ромашки цветки	Менее 14,8	–

Лекарственное сырье	Активность Cs-137, Бк/кг	
	партия 1	партия 2
Шалфея лекарственного листья	Менее 20	Менее 20
Валерианы корневища с корнями	Менее 10	–
Каштана конского семена	Менее 50	–
Пиона уклоняющегося корневища и корни	Менее 50	–
Пиона уклоняющегося трава	Менее 50	–

Таблица 2. — Удельная активность Cs-137 в лекарственном сырье из других стран

Лекарственное сырье	Активность Cs-137, Бк/кг	Страна производства
Тысячелистника трава измельченная	Менее 20	Республика Украина
Боярышника плоды	Менее 25	Республика Молдова
Боярышника плоды	Менее 20	Республика Украина
Душицы трава измельченная	Менее 10	Республика Украина
Зверобоя трава	Менее 10	Республика Польша
Валерианы корневища с корнями	Менее 10	Республика Украина
Валерианы корневища с корнями	Менее 25	Республика Польша
Элеутерококка корневища и корни	Менее 7,2	Китайская Народная Республика
Аралии маньчжурской корни	Менее 25	Российская Федерация
Синюхи корневища с корнями	Менее 100	Российская Федерация

Как следует из таблиц 1, 2, во всех проанализированных образцах лекарственного сырья удельная активность не превышает 370 Бк/кг, а в аралии маньчжурской корнях — 60 Бк/кг, что соответствует требованиям Гигиенических нормативов [4, 5], принятых в Республике Беларусь. Активность Cs-137 во всех испытанных образцах была ниже чувствительности используемых методик.

Таким образом, сравнение полученных результатов исследования с предельно допустимыми значениями говорит о том, что лекарственное сырье, произведенное в Республике Беларусь, а также импортированное в страну в 2019–2020 гг., не загрязнено на существенном уровне радиоактивным элементом Cs-137. Тем не менее, контроль лекарственного сырья следует осуществлять и далее в установленном порядке.

## Литература

1. Сапегин, Л. М. Содержание  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{90}\text{Sr}$  в лекарственных и других хозяйственно ценных видах растений Кормянского района Гомельской области Республики Беларусь / Л. М. Сапегин, Н. М. Дайнеко, С. Ф. Тимофеев // Радиационная гигиена. — 2011. — Т. 4, № 2. — С. 104–108.
2. Агроэкология / под ред. В. А. Черникова, А. И. Чекереса. — М. : Колос, 2000. — 536 с.
3. Основные принципы получения экологически безопасного растительного сырья в условиях техногенного загрязнения окружающей среды / В. С. Громова [и др.] // Труды Международного экологического конгресса «Новое в экологии и безопасности жизнедеятельности», г. Санкт-Петербург, 14–16 июня 2000 г. — СПб., 2000. — С. 114.
4. ГН 2.6.1.8–10–2004. Республиканский допустимый уровень содержания цезия-137 в лекарственно-техническом сырье (РДУ/ЛТС-2004) : гигиен. норматив : утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 24.12.04 // Сборник нормативных, методических, организационно-распорядительных документов Республики Беларусь в области радиационного контроля и безопасности. — Гомель, 2005. — С. 263–264.
5. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов : гигиен. норматив : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 21.06.13 № 52 // Сборник нормативных документов по продовольственному сырью и пищевым продуктам. — Минск, 2014. — С. 46–251.

Поступила 13.11.2020

# РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ТЕЗИСЫ

## ДОЗЫ ОБЛУЧЕНИЯ ЩИТОВИДНОЙ ЖЕЛЕЗЫ У ЖИТЕЛЕЙ ЛУНИНЕЦКОГО РАЙОНА БРЕСТСКОЙ ОБЛАСТИ В РЕЗУЛЬТАТЕ АВАРИИ НА ЧЕРНОБЫЛЬСКОЙ АЭС

Аветисов А.Р., к.м.н., доцент, [avetisov@tut.by](mailto:avetisov@tut.by)

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Известно, что в результате катастрофы на ЧАЭС значительная часть территории Беларуси подверглась загрязнению радиоактивными изотопами йода. Это оказало существенное влияние на состояние здоровья отдельных групп населения. Исследования, посвященные влиянию радиоактивного йода на щитовидную железу и формированию онкологической заболеваемости, показали, что уже через несколько лет после аварии был отмечен значительный рост заболеваемости раком щитовидной железы в различных возрастных группах населения. Эти факты связывались с формированием доз облучения на щитовидную железу. Однако, невзирая на достаточно обширные исследования, в доступной литературе отсутствуют достаточно простые и наглядные данные о пространственном и возрастном распределении поглощенных доз на население.

Нами был проведен анализ пространственного распределения поглощенных доз на щитовидную железу населения Лунинецкого района Брестской области в 1986 г. за счет  $^{131}\text{I}$  для каждой возрастной группы. В этих целях нами были использованы 2 источника информации: данные НИИ радиационной медицины об обследовании щитовидной железы у жителей Лунинецкого района в весенне-летний период 1986 г. и данные о поглощенных дозах на щитовидную железу для жителей населенных пунктов Лунинецкого района по различным возрастным группам, предоставленные ФГБУ «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна».

Анализ представленных данных показал существенную неравномерность распределения дозовых нагрузок внутри каждой группы, что было связано преимущественно с двумя факторами: возрастом на момент аварии и пятнистым характером загрязнения территории района. Невзирая на пятнистый характер загрязнения территории, нами выявлены достоверные и существенные различия в дозах облучения при сравнении разных возрастных групп с помощью теста Краскела–Уоллиса ( $p < 0,01$ ). Установлено, что медиана дозы на щитовидную железу взрослого населения района составила 103 мГр, в то время как для детей в возрасте до 2 лет она составила 697 мГр, т.е. отличалась более чем в 6 раз.

На следующем этапе нами было проведено картирование полученных данных, включающее нанесение на карту Лунинецкого района характерных доз облучения щитовидной железы для каждой возрастной группы и каждого населенного пункта, что позволило получить наглядную картину распределения доз, которая носила неравномерный, пятнистый характер.

Исходя из анализа найденных закономерностей, нами были сделаны следующие выводы.

1. Дозовые нагрузки на щитовидную железу за счет  $^{131}\text{I}$  в различных возрастных группах жителей Лунинецкого района в 1986 г. достоверно и существенно отличались.
2. Распределение доз облучения по населенным пунктам Лунинецкого района носило пятнистый характер.
3. Для детей первых лет жизни были характерны значительно более высокие дозы облучения щитовидной железы в сравнении со взрослым населением района.

Поступила 02.11.2020

## ИНФОРМИРОВАНИЕ НАСЕЛЕНИЯ О РАДИАЦИОННОЙ ОБСТАНОВКЕ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Бакарикова Ж. В., [bzv@rad.org.by](mailto:bzv@rad.org.by)*

Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды», г. Минск, Республика Беларусь

Роль государственного учреждения «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» (далее — Белгидромет) в информировании населения о радиационной обстановке определяется его функциями, закрепленными законодательством Республики Беларусь.

В соответствии со статьей 6 Закона Республики Беларусь «О радиационной безопасности» радиационный мониторинг и радиационный контроль являются элементами системы обеспечения радиационной безопасности.

Проведение радиационного мониторинга осуществляется в соответствии с «Положением о порядке проведения в составе Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь радиационного мониторинга и использования его данных», утвержденным Постановлением Совета Министров Республики Беларусь, за исключением проведения радиационного мониторинга на Государственной границе Республики Беларусь и объектах, находящихся в ведении органов пограничной службы Республики Беларусь. Поскольку радиационный мониторинг является одним из видов мониторинга, входящих в Национальную систему мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь (далее — НСМОС), правовая база всех видов мониторинга, в том числе и радиационного, унифицирована в рамках законодательства НСМОС: разработаны Положение о порядке проведения радиационного мониторинга, определяющее компетенции различных ведомств, инструкция по проведению работ, перечень пунктов наблюдений, положение о информационно-аналитическом центре радиационного мониторинга, инструкция об обмене информацией между различными видами мониторинга НСМОС.

В соответствии с Законом Республики Беларусь «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» определение плотности загрязнения почв радионуклидами для отнесения населенных пунктов и объектов, расположенных вне границ населенных пунктов, к зонам радиоактивного загрязнения осуществляется республиканским органом государственного управления в области гидрометеорологической деятельности, т. е. Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь (далее — Минприроды) в лице Белгидромета.

Предоставление и распространение экологической информации о радиационной обстановке и принимаемых мерах по обеспечению радиационной безопасности осуществляются в соответствии с Законом Республики Беларусь «Об охране окружающей среды».

Таким образом, основными аспектами деятельности Белгидромета в области информирования населения о радиационной обстановке являются:

- представление первичных и обобщенных данных радиационного мониторинга посредством размещения информации на сайтах Минприроды и Белгидромета;
- подготовка аналитической информации о радиоактивном загрязнении окружающей среды и тенденциях его изменения по данным радиационного мониторинга для включения в Ежегодник «Национальная система мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь: результаты наблюдений»;
- подготовка проекта Перечня населенных пунктов и объектов, относящихся к зонам радиоактивного загрязнения, на основании данных о плотности радиоактивного загрязнения территории населенных пунктов;
- выдача справок о плотности радиоактивного загрязнения населенных пунктов по состоянию на конкретную дату (начиная с 1986 г. и по настоящее время).

Основным информационным ресурсом, на котором представлены результаты радиационного мониторинга, полученные Белгидрометом в рамках осуществления своих функций, является сайт указанного учреждения ([www.rad.org.by](http://www.rad.org.by)). Кроме схемы размещения пунктов наблюдений радиаци-

онного мониторинга здесь представлена общая информация о радиационной обстановке в республике. Первичные данные об уровнях мощности дозы гамма-излучения на пунктах наблюдений радиационного мониторинга атмосферного воздуха обновляются ежедневно, ежеквартально обновляется обобщенная информация о радиоактивном загрязнении атмосферного воздуха и поверхностных вод, ежегодно — информация о радиоактивном загрязнении почвы.

Еще одним информационным ресурсом является сайт Главного информационно-аналитического центра Национальной системы мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь [www.nsmos.by](http://www.nsmos.by). На данном сайте размещена общая информация о сети пунктов наблюдений радиационного мониторинга как одного из видов мониторинга, входящих в НСМОС, перечень нормативных правовых актов в области проведения мониторинга окружающей среды, а также представлен архив Ежегодных изданий по результатам проведения мониторинга окружающей среды в Республике Беларусь, содержащих в том числе раздел «Радиационный мониторинг».

Аналитическая информация, представленная в разделе «Радиационный мониторинг» ежегодника «НСМОС: результаты наблюдений», включает:

- описание направлений проведения радиационного мониторинга;
- краткое описание сети наблюдений, периодичности и контролируемых показателей;
- результаты наблюдений с указанием основных экологических проблем, анализ факторов, оказывающих воздействие на радиационную обстановку, тенденции ее изменения (наблюдаемые долговременные тренды);
- краткие итоги и выводы, сделанные на основании многолетних наблюдений за сложившейся ситуацией;
- прогноз развития ситуации на последующий период.

Информация представляется как в форме текста, так и в форме таблиц, диаграмм, графиков, карт и фотоматериалов. Необходимо отметить, что в последние пару лет форма представления аналитических материалов в ежегоднике претерпела существенные изменения, основная тенденция: меньше текста — больше графиков и инфографики.

Первичные и обобщенные данные радиационного мониторинга, а также аналитическая информация используются для подготовки различного вида прогнозов на среднесрочную и долгосрочную перспективы. Так, в 2020 г. завершается научно-исследовательская работа «Разработать прогноз радиационной обстановки в составе прогноза состояния окружающей среды Беларуси на период до 2035 года», выполняемая в рамках ГНТП «Природопользование и экологические риски» на 2016–2020 годы.

В рамках выполнения данной НИР подготовлены следующие виды прогнозов:

- общая оценка радиационной обстановки на территории Республики Беларусь на период до 2035 г.;
- прогноз распределения населенных пунктов по зонам радиоактивного загрязнения по состоянию на 1 января 2025 г. и на 1 января 2035 г.;
- прогноз вертикальной миграции радионуклидов в основных типах почв Республики Беларусь;
- прогноз интенсивности выноса радионуклидов через контролируемые створы рек на период до 2035 г.

В соответствии с Законом РБ «О правовом режиме территорий, подвергшихся радиоактивному загрязнению в результате катастрофы на Чернобыльской АЭС» Белгидрометом осуществляется контроль радиоактивного загрязнения территорий населенных пунктов и объектов, находящихся в зонах радиоактивного загрязнения. На основании полученных результатов один раз в пять лет актуализируется перечень населенных пунктов и объектов, относящихся к зонам радиоактивного загрязнения. В настоящее время подготовлен очередной проект Перечня, учитывающий как снижение уровня радиоактивного загрязнения территорий вследствие естественного радиоактивного распада, так и результаты дополнительного обследования, проведенного в рамках выполнения государственной программы по преодолению последствий катастрофы на Чернобыльской АЭС и Программы совместной деятельности по преодолению последствий чернобыльской катастрофы в рамках Союзного государства.

Всего в период с 2014 по 2019 г. дополнительно обследовано более 170 населенных пунктов, отобрано и проанализировано более 2200 проб почвы (в основном на содержание изотопов Рn). Расчет средних значений плотности загрязнения территории населенных пунктов зонированными радионуклидами проводился с учетом как архивных данных, так и данных дополнительного обследования.

Население сможет ознакомиться с результатами радиационного контроля населенных пунктов после утверждения проекта Перечня Советом Министров Республики Беларусь.

Еще одним важным аспектом деятельности Белгидромета по информированию населения о радиационной обстановке является подготовка ответов на запросы физических и юридических лиц о плотности радиоактивного загрязнения населенных пунктов.

При подготовке справок о плотности радиоактивного загрязнения населенных пунктов по состоянию на конкретную дату (начиная с 1986 г. и по настоящее время) используются различные источники информации:

база данных RECONT, содержащая результаты всех обследований на территории республики, начиная с 1986 г.;

различные архивные материалы (бумажные копии постановлений правительства, нормативных правовых актов о гарантиях, льготах и компенсациях лицам, пострадавшим от катастрофы на Чернобыльской АЭС; информационные буклеты Белгидромета о содержании радионуклидов на территории различных объектов (пионерских лагерей, баз отдыха, школ, детских садов, воинских частей). В случае наличия противоречивых сведений информация трактуется в пользу заявителя и в справке указывается наибольший уровень радиоактивного загрязнения.

Необходимо отметить, что справки физическим лицам выдаются бесплатно.

Поступила 19.11.2020

## **КОНКУРЕНЦИЯ РИСКОВ В ОБЩЕСТВЕННОМ СОЗНАНИИ: КОРОНАВИРУС И ИОНИЗИРУЮЩЕЕ ИЗЛУЧЕНИЕ**

*Давыдов А. А., a.davidov@niirg.ru,*

*Библин А. М., biblin@niirg.ru,*

*Васильева О. С., o.vasileva@niirg.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П. В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Санкт-Петербург, Россия

Как для ситуации пандемии, так и для ситуации воздействия ионизирующего излучения характерно усиление негативного восприятия риска населением посредством освещения в средствах массовой информации (далее — СМИ), социальных сетях и обсуждения со знакомыми.

При этом ситуации, при которых два или более видов риска одновременно освещаются в СМИ и обсуждаются населением в кругу знакомых, являются достаточно редкими. Такая ситуация для ряда территорий сложилась весной 2020 г., когда в России началась эпидемия коронавируса и приблизительно в то же время вблизи Чернобыльской АЭС начались лесные пожары.

Целью исследования стало сравнение рисков в субъективном восприятии жителей Брянской, Калужской, Курской областей, субъектов Российской Федерации, территориально близких к Украине и пострадавших в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

Задачами исследования являлись:

— определение осведомленности жителей о пандемии коронавируса и пожарах рядом с Припятью;

— выявление риска с наибольшим присутствием в информационном поле;

— установление менее опасного из обсуждаемых рисков по мнению респондентов.

Для этого в апреле — мае 2020 г. был проведен опрос жителей Брянской, Калужской, Курской областей с помощью платформы Google Forms. Ссылка на опрос распространялась в социальных медиа, популярных в опрашиваемых регионах, с помощью сообщений с приглашением принять участие в опросе. Для распространения ссылки использовались городские и сельские сообщества в социальных медиа. Выборка составила 256 респондентов.

Для анализа публикационной активности был использован поисковый сервис «Яндекс.Новости». Поиск новостей по обсуждаемым темам осуществлялся по ключевым словам «радиация пожар» и «коронавирус». Период размещения публикаций был определен с 1 по 30 апреля 2020 г. — временной отрезок, предшествовавший проведению опроса.

Среди прочих вопросов респондентам были заданы следующие:

1. «Слышали ли Вы о горящих лесах рядом с Чернобыльской АЭС? (до этого опроса)»;
2. «Слышали ли Вы о пандемии COVID-19 (коронавируса)?»;
3. «Если бы у Вас была возможность убрать один из двух факторов, угрожающих Вашему здоровью, здоровью Ваших близких и здоровью населения области, то что бы Вы выбрали?»;
4. «Как Вы считаете, горящие леса рядом с Чернобыльской АЭС могут являться причиной радиационной угрозы для Вашего здоровья и / или здоровья Ваших детей?»;
5. «Как Вы считаете, можете ли Вы или Ваши близкие заразиться COVID-19 (коронавирусом)?».

Данные анализа интернет-СМИ показывают, что проблема пандемии коронавируса освещалась гораздо интенсивнее. За исследуемый период на поисковом сервисе «Яндекс.Новости» было найдено 479 сообщений, 46 статей, 3 интервью, 16 фотографий по теме горящих лесов. В то же время по ключевому слову «коронавирус» было найдено 247 343 сообщений, 12 230 статей, 1554 интервью, 52 529 фотографий.

Закономерно, что осведомленность респондентов о пандемии коронавируса превышала осведомленность о горящих лесах вблизи Припяти: 100 % респондентов слышали о пандемии COVID-19, 82 % слышали о горящих лесах рядом с Чернобыльской АЭС.

В целом среди опрошенных отсутствовало единое мнение насчет того, какой фактор риска более опасен: если предложить респонденту избавиться от одного из них, то половина (54,5 %) избавилась бы от COVID-19, а треть (32,9 %) — от горящих лесов и потенциального радиационного загрязнения.

Фактор радиации оказался серьезнее для респондентов. При ответе на вопрос «Как Вы считаете, горящие леса рядом с Чернобыльской АЭС могут являться причиной радиационной угрозы для Вашего здоровья и / или здоровья Ваших детей?» 70,7 % выбрали варианты ответов «скорее да» или «определенно да», в то время как при ответе на вопрос «Как Вы считаете, можете ли Вы или Ваши близкие заразиться COVID-19 (коронавирусом)?» такие варианты выбрали только 60,2 %. В целом множества опасующихся респондентов пересекаются. Так, 45,3 % респондентов боятся COVID-19 и радиации, а 14,8 % не боятся ни того, ни другого фактора риска.

Как видно из результатов, если предлагать респондентам избавиться от какого-либо фактора, то большая часть избавилась бы от COVID-19, при этом лично для себя большее число респондентов оценивают радиационную угрозу как опасную. Это связано с различием персонального (лично для себя) и генерализованного (для общества в целом) восприятия рисков. В прошлых исследованиях было замечено, что респонденты склонны завышать риски для общества и занижать для себя, так происходит с рисками курения, вождения автомобиля и многими другими, однако радиационные риски стоят особняком — оценки персонального восприятия этого фактора риска превышают генерализованные оценки. Наше исследование подтверждает выводы предыдущих исследований.

Таким образом, можно утверждать, что создается двойственная ситуация: благодаря повышенному вниманию СМИ большее количество респондентов предпочло бы избавиться от COVID-19 при возможности выбора, но для себя респонденты считают опаснее именно радиационные риски.

Поступила 04.11.2020

## **МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ РАДИОНУКЛИДАМИ ПРИЗЕМНОГО ВОЗДУХА В ГОМЕЛЬСКОЙ ОБЛАСТИ**

*Дворник А. А., aadvornik@yandex.ru,*

*Сеглин В. Н.,*

*Бардюкова А. В.,*

*Куриленко Р. С.,*

*Шамаль Н. В.,*

*Король Р. А.*

Государственное научное учреждение «Институт радиобиологии Национальной академии наук Беларуси», г. Гомель, Республика Беларусь

Количество и масштабы лесных пожаров значительно варьируются из года в год в зависимости от сезонных метеорологических условий. Многолетняя динамика лесных пожаров может быть свя-

зана с пожароопасным сезоном, изменением климата, динамикой накопления мертвой биомассы, типичной для подверженных пожарам регионов страны, отсутствием ухода за насаждениями.

Современные технологии сбора и обработки данных о горимости лесов, о состоянии грозových разрядов и метеорологической информации позволяют разрабатывать системы дистанционного мониторинга лесных пожаров. Наряду с наземными наблюдательными пунктами и воздушными патрулями космические средства слежения за лесными пожарами обладают высокой эффективностью.

Целью работы являлось исследование динамики радиационно-экологических и природно-климатических характеристик лесных пожаров и выявление факторов, влияющих на аномальные концентрации радионуклидов в воздухе.

В качестве исходных данных использовались наборы данных о бета-активности аэрозолей в атмосферном воздухе, данные о метеорологической обстановке в пунктах наблюдения, данные пожарной обстановки и радиационного контроля в лесных экосистемах. Статистическая обработка данных проводилась при помощи библиотек Pandas и NumPy языка программирования Python. Графическая интерпретация данных проводилась средствами Microsoft Excel for Windows.

Среднемесячные измерения бета-активности аэрозолей в атмосферном воздухе с помощью фильтровентиляционных установок в городе Гомеле демонстрируют систематическое достоверное повышение концентрации радионуклида в апреле – сентябре примерно в 1,5–2 раза по сравнению с контрольными значениями (период отсутствия лесных пожаров) на протяжении 2003–2018 гг. (для г. Гомеля) и 2000–2019 гг. (для г. Мозыря).

Количественным критерием оценки повышения бета-активности аэрозолей в воздухе послужило отношение бета-активности атмосферного воздуха, зафиксированной в день пожара ( $A_i$ ), к контрольным значениям бета-активности атмосферного воздуха ( $A_0$ ). Применение описанного критерия позволило выявить и проанализировать случаи возгораний в лесных насаждениях, при которых направление ветра совпадало с вектором направления от очага возгорания до пункта контроля, т. е. воздушный поток способствовал переносу радиоактивного дымового шлейфа в пункт наблюдения.

Анализ случаев лесных пожаров в зонах радиоактивного загрязнения с плотностью загрязнения территории по  $^{137}\text{Cs}$  свыше  $555 \text{ kBк/м}^2$  позволил установить закономерное повышение бета-активности аэрозолей атмосферного воздуха по отношению к контрольным значениям в 2–4 раза. Характерной особенностью выявленных закономерностей является повышение бета-активности воздуха при низовых пожарах сильной интенсивности на большой площади, а также при верховых пожарах. Так, 17.08.2008 г. выявлено 4-кратное превышение фона при верховом пожаре в Ветковском спецлесхозе. Общая площадь, пройденная огнем, превысила 60 га. Днем ранее здесь имел место случай низового пожара сильной интенсивности общей площадью 46,5 га. В обоих случаях наблюдалось превышение фоновой активности в 3–4 раза. 28.04.2015 г. в ПРК Гомель было зафиксировано 5-кратное превышение объемной активности  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе. Однако случаев крупных лесных пожаров на загрязненных территориях Гомельской области выявлено не было ни в день наибольшей активности, ни в период до аномалии. Тем не менее в эти даты известно о масштабных пожарах в украинской части зоны отчуждения с общей территорией, пройденной пожаром, около 10 000 га. Вектор направления ветра был ориентирован на север, в сторону Гомельской области.

Указанные выше события не являются единственными случаями аномальных концентраций цезия. Так, за период с 2003 по 2018 г. выявлено более 100 аномалий содержания  $^{137}\text{Cs}$  в воздухе как в летний, так и в зимний периоды. Если причины летних флуктуаций можно косвенно связать с лесными пожарами на загрязненных территориях, то причины «зимних» выбросов остаются не установленными.

Поступила 17.11.2020

# МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ УЧРЕЖДЕНИЙ ГОСУДАРСТВЕННОГО САНИТАРНОГО НАДЗОРА ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ АВАРИЙНОГО РАДИАЦИОННОГО МОНИТОРИНГА ВОКРУГ АТОМНЫХ СТАНЦИЙ

Попова Е.Н., [katia.popova6791@gmail.com](mailto:katia.popova6791@gmail.com),  
Сароко Н.В., [natalliasaroko@gmail.com](mailto:natalliasaroko@gmail.com),  
Гусейнова Д.И., [dianahuseinava@gmail.com](mailto:dianahuseinava@gmail.com)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В Республике Беларусь вводится в эксплуатацию Белорусская атомная электростанция (далее — Белорусская АЭС), на территориях сопредельных государств — России и Украины расположены действующие Смоленская атомная электростанция (далее — Смоленская АЭС) и Ровенская атомная электростанция (далее — Ровенская АЭС). В случае тяжелой запроектной аварии на АЭС с выбросом радиоактивных веществ в окружающую среду потребуются проведение аварийного радиационного мониторинга. Существенный вклад в суммарную дозу облучения населения вносит внутреннее облучение от потребления питьевой воды и продуктов питания, произведенных на загрязненной местности. Поэтому наиболее значимыми объектами наблюдений для обеспечения радиационной защиты населения в случае аварии на АЭС и организации аварийного радиационного мониторинга будут являться продукты питания и питьевая вода.

Проведение аварийного радиационного мониторинга в радиусе зоны расширенного планирования (далее — РПП) АЭС (100-км зона) является требованием основных норм безопасности МАГАТЭ (GSR part 7), а также закреплено в национальном законодательстве — постановление Совета Министров Республики Беларусь от 22.03.2018 № 211 «Об утверждении Плана защитных мероприятий при радиационной аварии на Белорусской атомной электростанции (внешний аварийный план)».

На этих территориях, входящих в РПП АЭС, функционируют учреждения государственного санитарного надзора (далее — госсаннадзор), силами которых в случае аварии будет проводиться аварийный радиационный мониторинг питьевой воды и продуктов питания.

Для планирования аварийного радиационного мониторинга необходимо провести инвентаризацию имеющейся методической базы и приборного обеспечения учреждений госсаннадзора для выполнения отбора проб и радиационного контроля пищевых продуктов, воды и мощности дозы гамма-излучения на местности.

В настоящих тезисах представлен анализ данных о методическом и метрологическом обеспечении аккредитованных лабораторий районных и зональных центров гигиены и эпидемиологии (далее — райЦГЭ, зонЦГЭ) по системе качества СТБ ИСО МЭК 17 025 на проведение исследований по контролю показателей радиационной безопасности.

Для проведения радиологических исследований используется следующее измерительное оборудование: радиометры и спектрометры различных типов для определения удельной (объемной) активности цезия-137 и иных радионуклидов в питьевой воде и пищевых продуктах, дозиметры и дозиметры-радиометры — измерение мощности дозы гамма-излучения и индивидуальных доз. Наиболее широкое распространение получили радиометры РКГ-АТ 1320А и РКГ-01 Алиот, спектрометр типа МКС-АТ 1315, дозиметры — ДБГ-06Т, ДКС-АТ1123, ДКС-АТ6130, МКС-АТ111М.

Аккредитованные лаборатории выполняют исследования по следующим методикам: МВИ.МН 4779–2013 (измерение объемной и удельной активности Cs и эффективной удельной активности K), МВИ 179–95 (определения по гамма-излучению удельной и объемной активности радионуклидов цезия в воде, продуктах питания с помощью радиометра РКГ-01А и их модификаций), МВИ.МН 1823–2007 (измерений объемной и удельной активности гамма-излучающих радионуклидов ( $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$ ) в воде, продуктах питания на гамма-радиометрах спектрометрического типа РКГ-АТ1320), МВИ.МН 2513–2006 (измерение мощности эквивалентной дозы гамма-излучения дозиметрами и дозиметрами-радиометрами), МВИ.МН 1181–2011 (измерение объемной и удельной активности  $^{90}\text{Sr}$ ,  $^{137}\text{Cs}$ ,  $^{40}\text{K}$  на гамма-бета-спектрометре типа МКС-АТ 1315, объемной и удельной активности  $^{137}\text{Cs}$  и  $^{40}\text{K}$  на гамма-спектрометре EL 1309 (МКГ-1309) в пищевых продуктах, питьевой воде).

Следует отметить, что методическая обеспеченность лабораторных подразделений напрямую зависит от приборного парка, диапазоны измерений вышеперечисленных методик позволяют определять радиологические показатели в пробах пищевых продуктов и питьевой воде при аварийных ситуациях.

#### *Белорусская АЭС*

Зона аварийного планирования Белорусской АЭС покрывает территории отдельных 10 районов из Минской, Гродненской и Витебской областей Республики Беларусь. На территории Гродненской области аккредитованы и должным образом функционируют 2 испытательные лаборатории районных ЦГЭ в Сморгонском и Ивьевском районах. Лаборатория Островецкого райЦГЭ в настоящее время проходит процедуру аккредитации, документация находится на экспертизе в РУП «БГЦА».

Ошмянский райЦГЭ не аккредитован на проведение радиологических исследований, а испытания проб, отобранных Ошмянским райЦГЭ, проводятся в ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья».

В Витебской области аккредитованы ГУ «Поставский райЦГЭ» и ГУ «Браславский райЦГЭ», а также ГУ «Витебский областной центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья». Кроме того, ГУ «Браславский райЦГЭ» получил лицензию Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь № 02 300/2153–2 на право осуществления деятельности, связанной с осуществлением контроля радиационного загрязнения, в Минской области — ГУ «Мядельский райЦГЭ», ГУ «Вилейский райЦГЭ», ГУ «Воложинский райЦГЭ» и ГУ «Молодечненский зонЦГЭ».

Следует отметить, что на территории ГУ «Мядельский райЦГЭ» расположена реперная точка для измерений мощности дозы гамма-излучения, измерения на которой проводятся ежедневно на высоте 0,1 м и 1,0 м от подстилающей поверхности.

Для проведения измерений проб при аварийной радиационной ситуации на Белорусской АЭС в районных ЦГЭ имеется: 14 радиометров различных моделей, 12 дозиметров и 7 спектрометров.

#### *Смоленская АЭС*

В РРП Смоленской АЭС функционируют Кричевский, Мстиславский и Климовичский райЦГЭ, аккредитованные на выполнение радиологических исследований. Радиологические исследования проб, отобранных в Хотимском районе, проводятся в Костюковичском райЦГЭ. Однако лабораторный отдел Хотимского райЦГЭ подтвердил возможность выполнения исследований по измерению мощности эквивалентной дозы гамма-излучения дозиметрами и дозиметрами-радиометрами. В приборном парке лабораторий в РРП Смоленской АЭС для радиологических исследований имеется 4 радиометра, 4 дозиметра и 3 спектрометра.

#### *Ровенская АЭС*

В РРП Ровенской АЭС входит 4 района Брестской области: Дрогичинский, Пинский, Столинский и Ивановский. Лаборатории ЦГЭ данных районов аккредитованы и осуществляют радиологические исследования в пределах своих зон обслуживания, однако Пинский зонЦГЭ дополнительно производит испытания проб из Ивановского, Столинского и других районов. Лаборатории оснащены 8 радиометрами, 15 дозиметрами и 4 спектрометрами.

Вывод: проведенная инвентаризация показала, что лабораторные подразделения учреждений госсаннадзора владеют современным методическим обеспечением, позволяющим на имеющейся приборной базе выполнять измерения мощности дозы гамма-излучения, а также определения радионуклидов и радиологических показателей в пробах пищевых продуктов и питьевой воды при проведении аварийного радиационного мониторинга.

Считаем целесообразным проведение процедуры аккредитации для Ошмянского и Хотимского райЦГЭ с целью обеспечения оперативности проведения аварийного радиационного мониторинга.

Поступила 13.11.2020

## ОЦЕНКА РАДИАЦИОННОГО УЩЕРБА: ПОДХОДЫ К УЧЕТУ СТЕПЕНИ ТЯЖЕСТИ НЕСМЕРТЕЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Репин Л. В., *l.repin@niirg.ru*,  
Ахматдинов Р. Р., *rust.akh@niirg.ru*,  
Библин А. М., *a.biblin@niirg.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Санкт-Петербургский научно-исследовательский институт радиационной гигиены имени профессора П. В. Рамзаева» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Санкт-Петербург, Россия

Понятие радиационного ущерба как одного из показателей пожизненного радиационного риска для здоровья было введено Международной комиссией по радиологической защите (далее — МКРЗ) для обоснования пределов доз облучения, сравнения последствий облучения при различном распределении эквивалентных доз по телу, а также в качестве основы для определения стоимости единицы дозы при оптимизации защиты. Радиационный ущерб включает в себя риск возникновения онкологических заболеваний, приводящих к смерти облученных лиц, риск возникновения не- смертельных онкологических заболеваний с учетом степени их тяжести и риск возникновения наследственных эффектов.

На основании радиационного ущерба рассчитаны взвешивающие коэффициенты для тканей и органов при расчете эффективной дозы. Эффективная доза, таким образом, стала использоваться в качестве меры риска возникновения отдаленных последствий облучения в малых дозах. При этом величина эффективной дозы оказалась настолько удобной, что стала использоваться гораздо более широко, чем это было предусмотрено при ее разработке. Следствием широкого использования эффективной дозы в качестве меры риска в ситуациях, для которых она не была предназначена, стали попытки компенсировать присущие данной величине «недостатки». К числу таких недостатков относятся:

- отсутствие половозрастных различий при расчете взвешивающих коэффициентов для тканей и органов (т.е. различий в относительной радиочувствительности органов и тканей у лиц различного пола и возраста);
- отсутствие половозрастных различий при расчете коэффициентов ущерба;
- отсутствие учета состояния национальных систем здравоохранения при оценке степени тяжести заболеваний;
- отсутствие учета национальной медицинской и демографической статистики при оценке риска;
- слабая пригодность оценок риска, полученных с использованием коэффициентов ущерба, к сравнительной оценке рисков различной природы.

Еще одним неоднозначным моментом в оценке радиационного ущерба является используемый в настоящее время подход к оценке степени тяжести несмертельных заболеваний. Данный подход обладает, по признанию самой МКРЗ, рядом недостатков. Рабочая группа МКРЗ TG-102 в настоящее время занята разработкой новых подходов к оценке радиационного ущерба, в том числе — к оценке степени тяжести заболеваний. К факторам, которые целесообразно учитывать при оценке степени тяжести заболевания, можно отнести:

- болевые ощущения, вызываемые заболеванием;
- выявляемость данного заболевания в зависимости от стадии;
- долю летальности заболевания в зависимости от стадии выявления;
- среднее количество потерянных вследствие заболевания лет здоровой жизни;
- социальные и материальные ограничения и неудобства, связанные с лечением;
- наличие необходимости пожизненного приема лекарственных препаратов и / или осуществления лечебных процедур и т. п.

Количественная оценка некоторых из перечисленных факторов может осуществляться по данным национальной статистики здравоохранения, тогда как в отношении других факторов оценки могут носить лишь экспертный и притом достаточно дискуссионный характер. Так, в рамках действующего в настоящее время подхода считается, что единицей ущерба является смертельный случай заболевания и степень тяжести несмертельного заболевания не может превосходить единицу. В то же время некоторые авторы указывают на то, что сами больные

зачастую считают страдания, вызываемые заболеванием, более тяжелым испытанием, чем смерть от него.

В настоящее время в ФБУН НИИРГ им. П. В. Рамзаева разрабатывается методика оценки радиационного ущерба на основании оценки степени тяжести заболеваний в рамках проекта всемирной организации здравоохранения «Global Burden of Disease Project». Данный проект, осуществляемый с 1990 г., включает учет данных национальной статистики здравоохранения десятков государств — членом ВОЗ в отношении более чем ста заболеваний. При этом в качестве показателя степени тяжести заболевания в рамках данного проекта используется число потерянных вследствие заболевания лет здоровой жизни с поправкой на нетрудоспособность. К преимуществам такого подхода можно отнести как его универсальность в отношении различных факторов риска, в том числе учет распределения выхода рисков по времени, так и достаточно объективный характер учитываемых при оценке факторов и количественных показателей.

Результатом такой работы должна стать разработка поло- и возраст-зависимых показателей радиационного ущерба, рассчитанных с учетом национальной медицинской и демографической статистики. Применение подобных показателей позволит получать более корректные оценки радиационного риска в ситуациях медицинского облучения. Другим прикладным аспектом использования подобных показателей может стать оценка допустимых уровней годового поступления радионуклидов в организм критических групп населения с пищей и питьевой водой на основе методологии оценки риска.

Поступила 30.10.2020

## **К ВОПРОСУ О ПРИМЕНЕНИИ РАДИАЦИОННОГО РИСКА В СИСТЕМЕ РАДИАЦИОННОЙ ЗАЩИТЫ**

*Роздяловская Л. Ф., lrozdyalouskaya@gmail.com,  
Николаенко Е. В., к.м.н., nikolaenko67@gmail.com*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В новых рекомендациях Международной комиссии по радиационной защите (далее — МКРЗ) (Публикация 103) и санитарных нормах и правилах «Требования радиационной безопасности», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 № 213 (далее — НРБ-2012), обозначены основные направления применения риска для решения задач радиационной защиты. Предлагается, в частности, оптимизировать контролируемое планируемое, аварийное и существующее облучение введением граничных и референтных уровней по дозе или риску. В части 3 Общих требований безопасности Международного агентства по атомной энергии (далее — МАГАТЭ) подчеркивается, что «Правительство или регулирующий орган устанавливают или утверждают граничные значения дозы и риска, используемые при оптимизации защиты и безопасности лиц из населения» (Требование 29). Приказом Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 31.08.2020 № 881 утверждено «Положение о порядке установления и применения граничных доз облучения и референтных уровней», определяющее ответственность пользователей источников ионизирующего излучения и органов государственного санитарного надзора за установление и применение граничных доз и референтных уровней для оптимизации мер радиационной защиты.

НРБ-2012 радиационный риск определяется как «вероятность возникновения у человека или у его потомства какого-либо вредного эффекта в результате облучения», т. е. детерминированного эффекта в том числе. В связи с этим следует уточнить, что для целей радиационной защиты МКРЗ толкует этот термин как вероятность развития только стохастических эффектов, выявляемых через многие годы после облучения.

НРБ-2012 устанавливаются следующие ограничения по риску:

— обобщенные риски  $2,0 \times 10^{-4}$  год<sup>-1</sup> для персонала и  $1,0 \times 10^{-5}$  год<sup>-1</sup> для населения. Они установлены для обоснования защиты от источников потенциального облучения в течение года. В применении к защите персонала этот риск определен как «вероятность возникновения смертельного рака, связанного со среднегодовой дозой профессионального облучения 5 мЗв». Поскольку способ оценки

обобщенного риска в НРБ-2012 не указан, а для его расчета требуются стандартизированные математические модели оценки вероятности и масштаба событий потенциального облучения, обобщенные риски для целей радиационной защиты практически не используются;

— уровень пренебрежимо малого риска —  $10^{-6}$ . Соответствующая ему годовая доза облучения человека менее 10 мкЗв/год, или 1 % допустимого предела дозы для населения. Пренебрежимо малый риск разделяет область оптимизации риска и область безусловно приемлемого риска, при котором материалы освобождаются от регулирующего контроля и никаких дополнительных мер для усиления средств радиационной защиты не требуется;

— индивидуальные пожизненные риски —  $1,0 \times 10^{-3}$  для персонала и  $5,0 \times 10^{-5}$  для населения. Это показатели предельно допустимых рисков радиационного воздействия в условиях нормальной эксплуатации радиационного объекта или источника излучения. Исходя из значения этих рисков на основе общепринятой в радиационной защите линейной беспороговой теорией пропорциональной зависимости риска стохастических эффектов от дозы облучения установлены годовые пределы доз облучения для населения (1 мЗв) и персонала (20 мЗв). «Величина риска связана с дозой облучения через линейные коэффициенты радиационного риска» (п. 20 НРБ-2012). Для определения предельных доз облучения использовали установленную МКРЗ усредненную величину коэффициента номинального риска  $-5 \times 10^{-2} \text{ Зв}^{-1}$  (п. 21 НРБ-2012).

Значения коэффициентов риска вреда злокачественных заболеваний и наследственных заболеваний приводятся в таблице Приложения 6 Гигиенического норматива «Критерии оценки радиационного воздействия», утвержденного постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь 28.12.2012 № 213, где эти риски названы номинальными. Указанная таблица повторяет таблицу 1 в 103 публикации МКРЗ, в отношении которой МКРЗ разъясняет: оценки риска следует считать «номинальными», потому что они относятся к облучению номинальной (условной) популяции мужчин и женщин с типовым возрастным распределением, и они получены исходя из усреднения по возрастным группам и обоим полам. Номинальные коэффициенты созданы и рассчитаны с целью обоснования единых общемировых пределов доз для персонала и населения, их использование для конкретной популяции или отдельной возрастной группы, например, из населения Республики Беларусь, может быть некорректным. Предлагаемый НРБ-2012 упрощенный метод расчета риска путем умножения коэффициента номинального риска на эффективную дозу не учитывает фоновых показателей онкозаболеваемости и онкосмертности, демографических и других особенностей белорусской популяции и приводит к одинаковым рискам от облучения в любом возрасте независимо от пола и возраста облучаемого лица.

Таким образом, НРБ-2012 устанавливает общие требования по ограничению риска. Однако установленные ими значения коэффициентов риска, индивидуального пожизненного риска, граничные значения обобщенного риска не используются (или не могут быть использованы) на практике и их применение в каждом конкретном случае требует специального рассмотрения.

В то же время в последние годы риск-анализ в системе радиационной защиты получает все большее распространение в международной практике. Научный комитет ООН по действию атомной радиации и МАГАТЭ разработали модели, позволяющие оценивать показатели риска отдаленных последствий при облучении в любом возрасте для популяций с конкретными половозрастными и демографическими показателями и показателями заболеваемости. В ряде стран, в том числе в России, разработаны методические документы по детальной оценке радиационных рисков здоровью для принятия обоснованных решений по мерам защиты здоровья населения и персонала от действия того или иного источника риска при планировании и оптимизации защитных мер в нормальном режиме работы, в аварийной ситуации, в процессе реабилитации и др.

Совершенно очевидно, что и в Республике Беларусь, с учетом ввода в эксплуатацию Белорусской атомной электростанции (далее — БелАЭС), также назрела необходимость разработать и внедрить новые методы детальной оценки рисков возникновения отдаленных последствий от воздействия радиационных объектов на здоровье, учитывающие особенности популяции Республики Беларусь, пол, возраст при облучении и достигнутый возраст облучаемого лица. Это позволит компетентно решать целый ряд практически важных задач: оценка рисков персонала БелАЭС при нормальной работе АЭС и в условиях повышенного потенциального облучения, оценка рисков здоровью населения, проживающего в зоне наблюдения АЭС, оценка рисков разных групп лиц, проживающих на территориях радиоактивного загрязнения, и др.

## ФОРМИРОВАНИЕ ДОЗ ОБЛУЧЕНИЯ НА НАСЕЛЕНИЕ ГОРОДА СЛУЦКА ЗА СЧЕТ РАДОНА В ВОЗДУХЕ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ

*Сосновский А.В., sosnovskiy\_franc@mail.ru*

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Согласно международным исследованиям, радон в воздухе жилых помещений — один из основополагающих факторов, влияющих на формирование заболеваемости раком легкого у населения. В разных странах от 5 до 12% случаев рака легкого связывают именно с воздействием радона в воздухе жилых помещений. Известно, что рак легкого является одним из лидеров в структуре заболеваемости и смертности во всем мире и в нашей стране. Поэтому актуальность изучения доз, обусловленных радоном в воздухе жилых помещений, напрямую связана с актуальностью профилактики заболеваемости раком легкого.

В данном исследовании мы выбрали 50 точек измерения радона в воздухе жилых помещений в городе Слуцке. Все измерения были проведены на первых этажах жилых домов. Отбор точек установки датчиков проводился с учетом расположения домов в городе, используемых стройматериалов, высоты подполья, вариантов отопления и водоснабжения. Наше исследование проводилось в течение трех зимних месяцев.

На следующем этапе был проведен расчет доз, формируемых на население города Слуцка за счет радона в воздухе жилых помещений. Анализ данных показал, что распределение этих доз было отличным от нормального и находилось в диапазоне от 0,9 до 3,7 мЗв/год.

В дальнейшем нами был проведен корреляционный анализ. Установлена слабая ( $r=0,35$ ), но достоверная ( $p < 0,05$ ) прямая корреляция между дозой, формируемой радоном в воздухе жилых помещений, и материалом стен в помещениях. Наименьшие дозы были зарегистрированы в домах с бетонными стенами; наибольшие — в домах с деревянными и кирпичными стенами. Отличий в дозах в домах с деревянными и кирпичными стенами обнаружено не было.

Мы не смогли установить достоверную слабую корреляцию ( $r=0,17$ ) между дозой облучения за счет радона и материалом пола в помещениях. В целом наличие деревянного пола в доме было сопряжено с более высокой дозой облучения, но существенной и достоверной данную корреляцию назвать нельзя. Точно так же не удалось найти корреляции между типом водоснабжения и дозой облучения ( $r=0,20$ ;  $p > 0,05$ )

Найдена достоверная ( $p < 0,05$ ) слабая ( $r=0,30$ ) связь между типом отопления жилых домов и дозой. Доза облучения населения при центральном типе отопления оказалась несколько ниже, чем при местном типе отопления.

Финальным этапом работы стало картирование полученных результатов. На карте города Слуцка отчетливо видно неравномерное распределение уровня радона в воздухе жилых помещений.

Выводы:

1. Дозы, формируемые радоном в воздухе жилых помещений, в исследуемой группе находились в диапазоне от 0,9 до 3,7 мЗв/год;
2. На формирование доз облучения населения в городе Слуцке за счет радона в воздухе жилых помещений статистически значимо влияют материал стен и тип отопления в жилых домах;
3. Распределение доз, формируемых радоном в воздухе жилых помещений, в городе Слуцке носит неравномерный и отличный от нормального характер.

Поступила 10.11.2020

## Раздел 3

# МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ. СТАТЬИ

## О ПОКАЗАТЕЛЯХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ С 2015 ПО 2019 ГОД

Азовскова Т.А., к. м. н., доцент, [azovskayat@yandex.ru](mailto:azovskayat@yandex.ru),  
Вакурова Н.В., к. м. н., доцент, [vakurova.nina@yandex.ru](mailto:vakurova.nina@yandex.ru),  
Лаврентьева Н.Е., к. м. н., доцент, [lavrenteva.natalia@yandex.ru](mailto:lavrenteva.natalia@yandex.ru)

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

Самарская область входит в двадцатку субъектов РФ с высокими уровнями профессиональной заболеваемости, однако в последние годы здесь, как и в России, отмечается снижение показателей профессиональной заболеваемости (таблица 1) [1, 3].

Таблица 1. — Показатели профессиональной заболеваемости на 10 тыс. работающих в РФ и Самарской области в период с 2015 до 2019 г.

Субъекты	Показатель на 10 тыс. работников				
	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.
РФ	2,65	1,47	1,31	1,16	1,02
Самарская область	3,39	3,37	2,25	2,12	1,24

Хронические формы впервые установленных профессиональных заболеваний в Самарском областном центре профпатологии составляют 97,65 % от общего числа. Анализ показателей профессиональной заболеваемости по видам экономической деятельности, рассчитанный на 10 тыс. работников, показал, что наиболее высокие уровни заболеваемости зарегистрированы на промышленных предприятиях по добыче полезных ископаемых (10,45), на втором месте — обрабатывающие производства, в том числе на предприятиях производства транспортных средств и оборудования, металлургического производства (3,18), на третьем месте — сельское хозяйство (2,09). У медицинских работников Самарской области регистрируется наибольшее по сравнению с другими субъектами Российской Федерации количество профессиональных заболеваний. Показатель профессиональной заболеваемости среди работников здравоохранения Самарской области в 2017 г. составил 2,5 на 10 000 работающих (в 2015 г. — 2,9, в 2016 — 2,7), при среднем показателе в РФ — 0,54 на 10 000 работающих [2, 3].

Проведенный анализ показателей профессиональной заболеваемости с учетом стажа работы в контакте с вредными производственными факторами, возрастом работающих позволил определить профессиональные группы, наиболее подверженные риску возникновения профессионального заболевания. У мужчин подвержены такому риску (более 64,20 % от всех зарегистрированных случаев): электрогазосварщики — 18,52 %, станочники различного профиля — 16,05 %, слесари различного профиля — 11,11 %, водители, летный состав, обрубщики — по 6,17 %. Наибольший риск утраты трудоспособности (65,95 % от всех зарегистрированных случаев) вследствие развившихся профессиональных заболеваний отмечается у работниц следующих профессий: медсестра — 14,89 %, машинист крана — 12,77 %, фельдшер, заточник, полировщица лопаток — по 8,51 %, модельщица по выплавляемым моделям, глазуровщица — по 6,38 %.

Профессиональная патология продолжает регистрироваться у лиц, в возрасте старше 55 лет (74,17 %), из них у мужчин — 80,25 %, у женщин — 63,83 %. Наибольшему риску возникновения профессионального заболевания подвержены работники в возрасте 55–59 лет: у мужчин — 40,52 % от общего числа мужчин, у работниц в возрасте 55 лет и старше — 80,95 % от общего числа женщин.

В Самарской области, при достаточно высоком уровне охвата работающих медицинскими осмотрами, выявляемость профессиональной патологии в ходе осмотров значительно ниже среднероссийских показателей: 43,4 % в 2016 г., 42,5 % в 2017 г., при среднероссийском — 62,06 %. Это приводит к несвоевременному выявлению начальных признаков профессиональных заболеваний и ставит актуальную задачу повышения качества проведения периодических медицинских осмотров [2].

Нами проведен анализ структуры профессиональной заболеваемости в Самарской области с учетом нозологических форм за пять лет — с 2015 по 2019 г. (таблица 2).

Таблица 2. — Структура профессиональной патологии в Самарской области, впервые установленной в 2015–2019 гг.

№	Нозология	2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.	
		абс.	%								
1	Нейросенсорная тугоухость	159	40,5	113	29,4	88	30,3	69	27,5	52	39,4
2	Патология нервной и костно-мышечной систем от перенапряжения	152	38,7	122	31,7	99	34,1	77	30,7	19	14,4
3	Вибрационная болезнь и ВСП	20	5,1	29	7,5	20	6,9	27	10,8	14	10,6
4	Хронические бронхиты, ХОБЛ	24	6,1	47	12,2	33	11,4	27	10,8	15	11,4
5	Пневмокониозы	11	2,9	15	3,9	12	4,1	13	5,2	3	2,3
6	Хронические ринофаринголарингиты, синуситы	14	3,5	36	9,4	24	8,3	22	8,8	19	14,4
7	Бронхиальная астма	4	1,0	12	3,1	6	2,1	8	3,2	3	2,3
8	Экзогенный альвеолит	0	0	0	0	1	0,3	0	0	0	0
9	Хронические интоксикации	0	0	0	0	2	0,7	2	0,8	0	0
10	Экзема, крапивница, дерматит	2	0,6	4	1,03	1	0,3	3	1,2	1	0,75
11	Туберкулез	4	1,0	4	1,03	1	0,3	1	0,4	1	0,75
12	Гепатит	2	0,6	2	0,5	3	1,0	1	0,4	0	0
13	ВИЧ	0	0	1	0,3	0	0	0	0	0	0
14	Бруцеллез	0	0	0	0	0	0	0	0	2	1,51
15	Новообразования	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2,3
Всего диагнозов:		392	100	385	100	290	100	251	100	132	100
Всего случаев:		343	100	282	100	245	100	194	100	88	100

В структуре профессиональной патологии в зависимости от воздействующего вредного производственного фактора на первом месте в Самарском регионе, как и в РФ, профессиональные заболевания вследствие чрезмерного воздействия на организм работников физических (виброакустических) факторов производственных процессов (50 %) — нейросенсорная тугоухость (39,4 %) и вибрационная болезнь (10,6 %).

В большинстве случаев в Самарской области диагностируется вторая степень нейросенсорной тугоухости (54 %), наиболее часто в профессиях, связанных с вождением различных транспортных средств (47,5 %).

В структуре вибрационной патологии 44 % составляет вибрационная болезнь от воздействия общей вибрации, 36 % — от воздействия локальной вибрации, 20 % — вегетативно-сенсорная полиневропатия от сочетанного воздействия локальной вибрации и статико-динамических нагрузок на верхние конечности.

Чаще регистрировалась вторая степень вибрационной болезни от действия локальной вибрации (82 % случаев), критерием которой являлась частота и степень выраженности приступов ангиоспазма, либо сочетание полиневропатии верхних конечностей с вегетативно-трофическими нарушениями, артрозом локтевых и лучезапястных суставов.

Также значительно чаще (90 % случаев) диагностировалась вторая степень вибрационной болезни от действия общей вибрации (умеренно выраженных проявлений), для которой было характерно сочетание вегетативно-сенсорной полиневропатии конечностей с синдромом пояснично-крестцовой радикулопатии.

Вибрационная болезнь от действия локальной вибрации чаще всего выявлялась у слесарей-сборщиков, клепальщиков (26,5%). Вегетативно-сенсорная полиневропатия рук от сочетанного воздействия локальной вибрации и статико-динамических нагрузок — у намотчиков и изолировщиков катушек (33%). Вибрационная болезнь от действия общей вибрации наиболее часто регистрировалась в таких профессиях, как машинист спецавтотехники, тракторист и водитель — 59%, бурильщик — 27%.

Профессиональная патология, связанная с физическими перегрузками и перенапряжением отдельных органов и систем соответствующей локализации, занимает в Самарском регионе второе место после болезней от воздействия физических факторов, и представлена заболеваниями нервной и костно-мышечной систем. С 2018 г. на фоне общего снижения показателей профессиональной заболеваемости в Самарской области отмечается значительное уменьшение и вновь диагностируемых случаев заболеваний нервной и костно-мышечной систем от перенапряжения в связи с изменением критериев причинно-следственной связи заболеваний с профессиональной деятельностью (в 2015 г. — 38,7%, в 2016 г. — 31,7%, в 2017 г. — 34,1%, в 2018 г. — 30,7%, в 2019 г. — 14,4%).

Вертеброгенные синдромы, с учетом их многофакторной природы, представляют наибольшие трудности для проведения экспертизы связи заболевания с профессией.

Среди заболеваний, связанных с физическими перегрузками и функциональным перенапряжением, основная доля принадлежит пояснично-крестцовой радикулопатии (91,8%).

На долю рефлекторных мышечно-тонических синдромов поясничного уровня приходится лишь 3,2%, радикулопатии шейного уровня — 3,4%, периартрозы плечевых и артрозы локтевых суставов — 1,6%. Удельный вес женщин с профессиональными заболеваниями от физических перегрузок и перенапряжения составляет 32,4%.

Преобладание клинических проявлений компрессионно-ишемических синдромов над рефлекторными нарушениями, возможно, объясняется поздним направлением пациентов в центр профпатологии с целью проведения экспертизы связи заболевания с профессией.

Основными профессиями работников, у которых зарегистрированы вертеброгенные неврологические синдромы поясничного уровня, являются: механизатор и водитель — 67%, медицинские работники (главным образом «Скорой медицинской помощи») — 7%, работники буровых — 6%. Радикулярные синдромы шейного уровня были диагностированы главным образом у машинистов кранов (73%) и стоматологов (27%).

Патология органов дыхания занимает третье место в структуре профессиональных заболеваний в Самарском регионе. В этой группе заболеваний 46,2% составляют хронические бронхиты и ХОБЛ, 13,8% — пневмокониозы, 28,7% — ринофаринголарингиты, 16,2% — бронхиальная астма.

С 2016 г. отмечается тенденция к увеличению выявляемости пылевой патологии легких, что связано с применением в их диагностике компьютерной томографии высокого разрешения.

Невысокие цифры вновь выявленных аллергических заболеваний органов дыхания свидетельствуют об очевидной гиподиагностике данной патологии. Также среди причин снижения процента выявляемости респираторных аллергозов можно отметить нежелание пациентов своевременно обращаться в медицинские учреждения с целью верификации первичных эпизодов бронхиальной гиперреактивности на рабочем месте [2].

Кроме того, причиной несвоевременного выявления профессиональной бронхиальной астмы является ухудшение профпатологической направленности периодических медицинских осмотров. Можно отметить следующие недостатки существующей практики периодических медицинских осмотров: отсутствие системы контроля качества, низкий уровень оснащенности диагностическим оборудованием, невозможность проведения специфического исследования.

Заболевания от воздействия биологических факторов (вирусный гепатит, туберкулез, бруцеллез) составляют 1,03%, профессиональные хронические интоксикации — 0,3%, профессиональные новообразования — 0,2% в структуре профессиональной патологии Самарского региона в анализируемый период (2015–2019 гг.).

Сохраняет актуальность повышение качества проведения периодических медицинских осмотров за счет расширения списка обязательных обследований, разработки паспорта здоровья работника, приобретения необходимого оборудования для лабораторных и функциональных исследований, выделения групп риска развития профессиональных заболеваний с целью последующего проведения реабилитационных мероприятий.

Важной задачей остается разработка четких критериев методологии связи этих заболеваний с профессиональной деятельностью, подходов к решению экспертных вопросов оценки трудоспособности, рационального трудоустройства и лечения.

Успех профилактики и снижение числа профессиональных заболеваний напрямую зависит от качества нормативной базы в сфере медицины труда и профпатологии.

## Литература

1. Бухтияров, И. В. Национальная система регистрации профессиональных заболеваний с учетом особенностей Российской Федерации / И. В. Бухтияров // Система выявления регистрации профессиональных заболеваний с учетом особенностей Российской Федерации: материалы образовательного семинара ВОЗ, Москва, 7 дек. 2016. — М., 2016.
2. О динамике показателей профессиональной заболеваемости в Самарской области / С. А. Бабанов [и др.] // Терапевт. — 2016. — № 6. — С. 25–34.
3. О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году: Государственный доклад. — М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2020. — 299 с.

Поступила 02.11.2020

## О СОСТОЯНИИ МИНЕРАЛЬНОЙ ПЛОТНОСТИ КОСТНОЙ ТКАНИ У ВОДИТЕЛЕЙ АВТОТРАНСПОРТА

*Азовская Т. А., к. м. н., доцент, azovskayat@yandex.ru,  
Вакурова Н. В., к. м. н., доцент, vakurowa.nina@yandex.ru,  
Лаврентьева Н. Е., к. м. н., доцент, lavrenteva.natalia@yandex.ru*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

В настоящее время автомобильный транспорт является одним из ведущих средств транспортировки грузов различного назначения во всем мире. Труд водителя протекает в условиях воздействия на организм комплекса неблагоприятных факторов: шума, вибрации, инфразвука, токсических веществ воздуха рабочей зоны, неблагоприятного микроклимата. Для него характерны высокое нервно-эмоциональное напряжение, низкая двигательная активность, длительное сохранение фиксированной позы, нарушение режима питания, напряжение зрительного анализатора. Профессия водителя предполагает возникновение профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний [4]. В частности, гипокинезия сопровождается снижением минеральной плотности костей нижней половины скелета [1, 2].

В этих условиях особое значение приобретает использование современных методов адекватной оценки воздействия факторов производственной среды и трудового процесса на состояние здоровья водителей автомобильного транспорта [3].

Проведенное исследование посвящено изучению влияния факторов производственной среды и трудового процесса на состояние метаболизм костной ткани водителей.

Исследование минеральной плотности костной ткани (далее — МПКТ) и фосфорно-кальциевого обмена проведено у 69 водителей грузовиков. Результаты сравнивались с данными обследования 87 практически здоровых мужчин аналогичного возраста, работающих без профессиональных вредностей. Обе группы были разделены по возрасту: 21–40 и 41–60 лет. Такое разделение связано со снижением минеральной плотности костной ткани у лиц старше 40 лет [5].

Минеральную плотность костной ткани определяли методом ультразвуковой денситометрии пяточной кости на аппарате «Achilles +» (Zunar, USA). Определялись параметры Т (разница между МПКТ у конкретного пациента и средней величиной его у здоровых людей в возрасте 40 лет — возраст пика костной массы) и Z (разница между плотностью костной ткани у конкретного пациента и теоретической МПКТ у здоровых людей того же возраста). Результаты представлены в единицах стандартного отклонения к соответствующей норме (SD).

Показатели фосфорно-кальциевого обмена оценивали по содержанию кальция и неорганического фосфора в сыворотке крови, а также по уровню их экскреции с мочой.

О состоянии оссификации косвенно судили по активности щелочной фосфатазы, а костной резорбции — по уровню кальцийурии, для чего определяли величину уровня кальция по отношению

к экскреции креатинина. Определение этих показателей производилось фотометрическим методом наборами фирмы «Human» (Германия) с помощью биохимического анализатора «Screen master plus» (Швейцария).

Анализ полученных результатов (таблица 1) позволяет проследить четкое увеличение частоты возникновения остеопении и остеопороза в зависимости от возраста (увеличивается в возрастной группе старше 40 лет), причем у лиц контрольной группы разница составляет 2,7 %, а у водителей — 16,8 % в основном при стаже работы более 20 лет. Так, в группе обследованных водителей грузовых автомобилей до 40 лет из 37 человек у 10 была выявлена только остеопения, что составило 27,0 %, тогда как в группе контроля снижение МПКТ составило 20,8 %, при этом 1,9 % составлял остеопороз. В группе старше 40 лет из 32 человек у 14 была выявлена сниженная МПКТ, что составило 43,8 %, при этом у 12 была выявлена остеопения, у 2 — остеопороз (37,5 % — остеопения, 6,3 % — остеопороз). В группе контроля старше 40 лет снижение МПКТ было у 23,5 % (остеопения — у 20,6 %, у 2,9 % — остеопороз).

Таблица 1. — Распространенность сниженной МПКТ у водителей

Группы	Возраст (годы)	n	Остеопения		Остеопороз		Всего (%)
			абс.	%	абс.	%	
Водители	21–40	37	10	27,0	–	–	27,0
	41–60	32	12	37,5	2	6,3	43,8
Контрольная группа	21–40	53	10	18,8	1	1,8	20,7
	41–60	34	7	20,5	1	2,9	23,5

В таблице 2 представлены ультразвуковые показатели состояния костной ткани в зависимости от возраста.

Таблица 2. — Ультразвуковые характеристики состояния костной ткани обследованных разного возраста

Группы	Возраст (годы)	n	T	Z
Водители (патология)	20–40	10	-1,52±0,12*	-1,44±1,48*
	41–60	14	-1,83±0,15*	-0,86±0,14*
Водители (норма)	20–40	39	0,49±0,18	-0,91±2,0
	41–60	18	0,58±0,20	1,60±0,2
Контрольная группа	20–40	53	1,32±0,3	1,31±0,22
	41–60	34	0,70±0,18	1,76±0,18

Примечание: \* — достоверность различий с контрольной группой при P < 0,05.

Как видно из представленной таблицы, показатели T и Z у водителей со сниженной МПКТ были достоверно ниже, чем в контрольной группе. Кроме того, у водителей с нормальной МПКТ значения T и Z были также ниже, чем в контроле в обеих стажевых группах.

Таблица 3. — Показатели минеральной плотности костной ткани и кальциево-фосфорного обмена у водителей

Группа	Возраст (годы)	T	Z	Са крови (моль/л)	P крови (моль/л)	Са крови / креатинин	P крови / креатинин	Щелочная фосфатаза
Водители — норма	21–40	0,5±0,19	0,9±2,05	2,1±0,04	0,8±0,02	0,06±0,07	0,46±0,016	51,8±1,52
	41–60	0,6±0,20	1,6±0,20	2,1±0,03	0,8±0,02	0,06±0,01	0,45±0,33	50,8±1,49
Водители — патология	21–40	1,5±0,12	1,0±0,12	1,9±0,01	1,1±0,05	0,11±0,006	0,44±0,022	66,1±2,28
	41–60	1,8±0,15	0,9±0,14	1,9±0,02	1,2±0,06	0,12±0,099	0,42±0,02	65,2±2,54
Контрольная группа	21–40	1,1±0,15	1,4±0,15	2,2±0,03	0,09±0,03	0,08±0,09	0,5±0,03	56,9±2,71
	41–60	0,5±0,17	1,5±0,17	1,9±0,08	1,0±0,09	0,1±0,01	0,7±0,11	50,8±4,73

Комплексное исследование биохимических показателей ремоделирования костной ткани показало, что у водителей со сниженной МПКТ содержание кальция в сыворотке крови ниже, чем у водителей с нормальной МПКТ и лиц контрольной группы, что особенно отчетливо прослеживается в возрасте старше 40 лет (таблица 3).

Содержание неорганического фосфора в крови водителей со сниженной МПКТ выше по сравнению с водителями, имеющими нормальные показатели МПКТ, и контрольной группой.

У водителей со сниженной МПКТ по сравнению с контрольной группой повышены уровень кальция в моче ( $p < 0,05$ ) и экскреция кальция с мочой по отношению к экскреции креатинина.

Активность щелочной фосфатазы в группе водителей со сниженной МПКТ была выше, чем в контрольной группе. В каждой из этих групп не прослеживалось четкой зависимости этого показателя от возраста.

Повышение активности щелочной фосфатазы на фоне достоверного повышения уровня трансаминаз у водителей по сравнению с контрольной группой скорее отражает наличие дистрофического процесса и нарушение метаболизма в печени.

Величина минеральной плотности кости (Т) у водителей тесно взаимосвязана с содержанием Са в крови ( $R^2=0,86$ ,  $r=0,93$ ,  $p=0,0000$ ) и моче ( $R^2=0,72$ ,  $r=-0,85$ ,  $p=0,0000$ ). Эта взаимосвязь описывается следующими регрессионными уравнениями:

$$T = -17,23 + 8,30 \times \text{Сакрови};$$
$$T = 2,27 - 1,06 \times \text{Самочи}.$$

В первом случае корреляционная связь положительная, во втором — отрицательная. Таким образом, увеличению содержания Са в крови соответствует нормализация минеральной плотности костной ткани, а увеличению содержания Са в моче — снижение уровня минерализации костной ткани.

Установленная корреляционная зависимость между значениями Т и уровнем кальция в крови отражает значение отрицательного кальциевого баланса в снижении МПКТ.

Множественный регрессионный пошаговый с включением анализ показал также, что величина Т еще больше, по сравнению с учетом лишь одного показателя, взаимосвязана с системой показателей: Сакрови — ЩФ — Рмочи.

Таким образом, у водителей грузовых автомобилей, особенно в возрасте старше 40 лет, чаще, чем в контрольной группе, отмечается снижение минеральной плотности костной ткани на фоне понижения уровня кальция и повышения неорганического фосфора в сыворотке крови, а также увеличения экскреции кальция с мочой. Эти данные свидетельствуют о повышенной резорбции костной ткани.

Проведенное исследование и полученные данные позволяют отнести водителей большегрузных автомобилей к группе повышенного риска нарушения минерального обмена и снижения МПКТ.

Ультразвуковая денситометрия как скрининговый метод должен стать обязательным ежегодным исследованием для всех водителей в возрасте 25–45 лет. Целесообразно сочетание денситометрии с рентгенологическим исследованием.

## Литература

1. Остеопороз и дегенеративные заболевания позвоночника в общетерапевтической практике / М.Б. Банникова [и др.] // Русский медицинский журнал. — 2006. — № 25. — С. 1794–1798.
2. Беневоленская, Л.И. Остеопороз — социальная проблема XXI века / Л.И. Беневоленская, О.А. Никитинская, Н.В. Торопцова // Русский медицинский журнал. — 2007. — № 4. — С. 315–318.
3. Вайсман, А.И. Автodorожная медицина — опыт, нерешенные вопросы / А.И. Вайсман, А.А. Эльгаров // Медицина труда и пром. экология. — 1996. — № 8. — С. 29.
4. Евлампиев, С.Ю. Профессиональные и профессионально-обусловленные заболевания у работников современного автомобильного транспорта / С.Ю. Евлампиев, М.Н. Михонько, Н.В. Широкова // Бюллетень медицинских интернет-конференций. — 2013. — Т. 3, № 11. — С. 1166–1167.
5. Павлова, Т. Клинико-морфологические особенности дегенеративных изменений костной ткани на фоне остеопороза в возрастном аспекте / Т. Павлова, И. Башук // Врач. — 2019. — Т. 30, № 6. — С. 27–29.

Поступила 02.11.2020

## СОСТОЯНИЕ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ НА РЯДЕ РАБОЧИХ МЕСТ ПРИ ПРОИЗВОДСТВЕ ЖИДКИХ ЛЕКАРСТВЕННЫХ СРЕДСТВ

*Арабей С.В., arabei.sergei@mail.ru,  
Гиндюк А.В., к. м. н., доцент, gindikandrey@mail.ru*

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Лекарственные средства представляют собой социально значимую продукцию, необходимую для поддержания жизни и здоровья общества. В связи с этим фармацевтическая промышленность является одной из наиболее важных отраслей народного хозяйства [1].

В настоящее время предприятия фармацевтической промышленности представляют собой многостадийные производства на основе наукоемких технологий, которые осуществляют выпуск широкого спектра лекарственных средств, предназначенных для перорального, парентерального и местного применения в виде следующих лекарственных форм: растворы для инфузий и инъекций, лиофильно высушенные и стерильно расфасованные порошки для инфузий и инъекций, мягкие желатиновые капсулы, таблетки с покрытием и без, твердые порошки и гранулы для приготовления растворов и суспензий для приема внутрь, глазные и назальные капли, мази, кремы, гели, настойки и др.

В этиологической структуре всей профпатологии в республике профессиональные заболевания, вызванные действием на человека химического производственного фактора, устойчиво занимают третье-четвертое место. При этом более 90% регистрируемых заболеваний и отравлений имеют хронические формы, обусловленные систематическим поступлением в организм токсических веществ, содержащихся в воздушной среде рабочих мест в концентрациях на уровне либо в 1,1–1,5 раза превышающих ПДК [2].

В связи с этим значимым фактором, определяющим производительность труда, заболеваемость работающих, качество выпускаемой продукции, является качество воздуха рабочей зоны в производственных помещениях. Вид и количество химических веществ, регистрируемых в воздухе рабочей зоны, обусловлены особенностями технологического процесса на предприятии, техническим состоянием вентиляционного оборудования и его эффективностью и др.

Производство жидких лекарственных средств включает в себя производство инфузионных растворов, производство жидких нестерильных лекарственных средств во флаконах, производство субстанций и осуществляется на участке ферментации и химической очистки лекарственных препаратов, а также участке ферментации и химической очистки кровезаменителей.

Целью исследования явилась оценка загрязненности воздуха рабочей зоны на рабочих местах работников, занятых при производстве жидких лекарственных средств на участке ферментации и химической очистки лекарственных препаратов и участке ферментации и химической очистки кровезаменителей.

Анализ загрязнения воздуха рабочей зоны был проведен согласно Санитарным нормам и правилам «Требования к контролю воздуха рабочей зоны», Гигиеническим нормативам «Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Ориентировочные безопасные уровни воздействия вредных веществ в воздухе рабочей зоны», «Предельно допустимые уровни загрязнения кожных покровов вредными веществами», утвержденным Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11.10.2017 № 92.

Ведение всех стадий технологического процесса по наработке химико-фармацевтических препаратов в соответствии с технологическим регламентом, загрузка сырья, проведение сопутствующих операций на участке ферментации и химической очистки лекарственных препаратов, включающих приготовление растворов кислот, щелочей и солей, осуществляют аппаратчики широкого профиля химико-фармацевтических препаратов. В связи с этим, в зависимости от технологического процесса и используемого сырья, воздух рабочей зоны данной профессии может загрязняться вредными химическими веществами.

По результатам производственного лабораторного контроля установлено, что в воздухе рабочей зоны на рабочем месте аппаратчика широкого профиля химико-фармацевтических препаратов участка ферментации и химической очистки лекарственных препаратов содержатся едкие щелочи, пыль растительного происхождения с содержанием SiO<sub>2</sub> 2–10%. При осуществлении профессиональной деятельности также имеется контакт с нерегламентированными химическими соединени-

ями — метилэтилпиридинола сукцинат и гефал (химические вещества II и IV класса опасности, время контакта 3,21 % и 5,36 % соответственно).

Установлено, что в 2017 г. максимальная разовая концентрация едких щелочей в воздухе рабочей зоны аппаратчика широкого профиля химико-фармацевтических препаратов участка ферментации и химической очистки лекарственных препаратов регистрировалась в диапазоне значений от 0,24 мг/м<sup>3</sup> до 0,31 мг/м<sup>3</sup>, в 2018 г. — от 0,11 мг/м<sup>3</sup> до 0,31 мг/м<sup>3</sup>, а в 2019 г. фактическое содержание составило от 0,13 мг/м<sup>3</sup> до 0,17 мг/м<sup>3</sup>. Таким образом, пробы воздуха, в которых регистрировались превышения предельно допустимой концентрации (ПДК — 0,5 мг/м<sup>3</sup>), отсутствуют.

В результате загрузки растительного сырья (боярышника, пустырника, валерианы), используемого для производства настоек, воздух рабочей зоны аппаратчика широкого профиля химико-фармацевтических препаратов загрязняется пылью растительного происхождения с содержанием SiO<sub>2</sub> 2–10 % (ПДК — 4,0 мг/м<sup>3</sup>). Анализ концентраций содержания пыли растительного происхождения с содержанием SiO<sub>2</sub> 2–10 % в 2017–2019 гг. показал, что в 2017 г. наблюдались разовые превышения гигиенического норматива при осуществлении загрузки боярышника и валерианы, которые составили 1,3 ПДК и 2,6 ПДК соответственно. Также установлено, что в 2017 г. при загрузке пустырника воздух рабочей зоны аппаратчика широкого профиля химико-фармацевтических препаратов наиболее загрязнялся пылью растительного происхождения, о чем свидетельствуют значительные превышения ПДК (концентрация пыли достигала в ряде случаев 48,16 мг/м<sup>3</sup>). Динамический анализ состояния воздуха рабочей зоны при осуществлении данного технологического процесса показал, что в 2019 г. содержание данной пыли не превышало 4,56 мг/м<sup>3</sup>.

На участке ферментации и химической очистки кровезаменителей аппаратчиком широкого профиля химико-фармацевтических препаратов осуществляется ведение всех стадий биологического синтеза по получению нативного декстрана (приготовление и стерилизация питательной среды, выращивание посевного материала и нативного декстрана и др.), приготовление инфузионных препаратов, приготовление растворов кислот, щелочей, солей и др.

При лабораторном исследовании воздуха рабочей зоны аппаратчика широкого профиля химико-фармацевтических препаратов участка ферментации и химической очистки кровезаменителей установлено, что в химическом составе исследуемого воздуха выявлены хлористый водород, едкие щелочи и аэрозоль сложного состава, этиловый спирт. Однако превышения гигиенических нормативов содержания в воздухе рабочей зоны данных химических веществ за 2017–2019 гг. не обнаружено. Так, по результатам проведенной аттестации рабочих мест установлено, что концентрация этилового спирта на рабочем месте аппаратчика широкого профиля химико-фармацевтических препаратов участка ферментации и химической очистки кровезаменителей составила 370 мг/м<sup>3</sup> и не превышала максимальную разовую предельно-допустимую концентрацию (2000 мг/м<sup>3</sup>). Также выявлено, что максимальные значения концентрации хлористого водорода в воздухе рабочей зоны составили в 2017 г. — 3,24 мг/м<sup>3</sup>, в 2018 г. — 2,76 мг/м<sup>3</sup>, в 2019 г. — 2,61 мг/м<sup>3</sup>, а максимальные значения концентрации едких щелочей в 2017 г. — 0,35 мг/м<sup>3</sup>, в 2018 г. — 0,35 мг/м<sup>3</sup>, в 2019 г. — 0,16 мг/м<sup>3</sup>. Максимальная разовая предельно допустимая концентрация содержания в воздухе рабочей зоны хлористого водорода и едких щелочей составляет 5,0 мг/м<sup>3</sup> и 0,5 мг/м<sup>3</sup> соответственно. Следует отметить наличие контакта у аппаратчика широкого профиля химико-фармацевтических препаратов участка ферментации и химической очистки лекарственных препаратов в ходе работы с растворами нативного декстрана натрия, который является нерегламентированным химическим веществом (время контакта составляет 10,97 % рабочей смены).

Профессиональная деятельность укладчика-упаковщика включает в себя укладку вручную в картонную групповую коробку медицинских препаратов согласно техническим условиям, обандероливание и складирование коробок. Данный процесс сопровождается загрязнением воздуха рабочей зоны пылью растительного происхождения с содержанием SiO<sub>2</sub> менее 2 % (бумажная). Однако установлено, что фактические концентрации содержания данной пыли в воздухе рабочей зоны укладчиков-упаковщиков за период с 2017 по 2019 г. не превышали гигиенических нормативов. Так, на рабочем месте укладчика-упаковщика участка ферментации и химической очистки лекарственных препаратов среднесменная концентрация пыли растительного происхождения с содержанием SiO<sub>2</sub> менее 2 % в 2017 г. регистрировалась в диапазоне от 2,04 мг/м<sup>3</sup> до 2,32 мг/м<sup>3</sup>, а в 2019 г. — от 1,17 мг/м<sup>3</sup> до 1,7 мг/м<sup>3</sup>, что не превышает ПДК — 6,0 мг/м<sup>3</sup>. Время воздействия фактора составляет до 27,50 % рабочего времени.

Изучение качества воздуха рабочей зоны на рабочем месте укладчика-упаковщика в отделении по розливу, упаковке спиртовых настоек и растворов также показало, что отклонений от гигиени-

ческих нормативов не выявлено и максимальные значения среднесменной концентрации бумажной пыли не превышали 2,24 мг/м<sup>3</sup> в 2017 г., 1,4 мг/м<sup>3</sup> в 2018 г. и 1,8 мг/м<sup>3</sup> в 2019 г.

Проведенный динамический анализ химического состава воздуха рабочей зоны аппаратчика широкого профиля химико-фармацевтических препаратов и укладчика-упаковщика двух участков производства жидких лекарственных средств (участка ферментации и химической очистки лекарственных препаратов и участка ферментации и химической очистки кровезаменителей) за период с 2017 по 2019 г. показал, что в 2019 г. отмечается уменьшение содержания вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны по сравнению с 2017 и 2018 гг. При этом имеющийся контакт с нерегламентированными химическими веществами обуславливает необходимость разработки ориентировочных безопасных уровней воздействия и методик выполнения измерений для определения наличия данных веществ в воздухе рабочей зоны.

Всесторонняя оценка состава воздуха рабочей зоны работников, изучение влияния загрязненного воздуха на организм работающих, определение взаимосвязи между длительностью профессионального стажа и показателями соматического здоровья являются необходимым условием для разработки профилактических мероприятий, направленных на улучшение условий труда и предупреждения развития профессиональной патологии.

## Литература

1. *Филонов, В.П.* Организация производства отечественных лекарственных средств из растительного сырья и фармацевтических субстанций как пример импортозамещения / В.П. Филонов // Вопросы организации и информатизации здравоохранения. — 2018. — № 1. — С. 68–71.

2. *Современные подходы к гигиенической оценке вредных веществ в воздухе рабочей зоны в Республике Беларусь / А.В. Гиндюк [и др.]* // Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства — 2017 : теория и наилучшие практики риск-ориентированного подхода к системному управлению охраной труда и сохранению трудового потенциала: материалы X Юбилейной международной науч. конф., Пермь, 14–15 нояб. 2017 г. / ред. Г.З. Файнбург. — Пермь : Изд-во Перм. нац. исслед. политехн. ун-та, 2017. — С. 199–205.

Поступила 30.10.2020

## КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ИММУННОГО ГОМЕОСТАЗА ПРИ ПРОГНОЗИРОВАНИИ ТЕЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ДЫХАТЕЛЬНОЙ СИСТЕМЫ

*Бабанов С.А., д. м. н., профессор, s. a.babanov@mail.ru,*

*Будаш Д.С., к. м. н.*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

В настоящее время, несмотря на развитие научно-технического прогресса и внедрение современных безопасных технологий на производствах, связанных с пылеобразованием и пылевыделением, проблема пылевых заболеваний легких, обусловленных воздействием промышленных фиброгенных аэрозолей, остается актуальной не только для Российской Федерации, но и для большинства ведущих экономик мира, что связано со значительными финансовыми потерями как со стороны пациента, так и работодателя и системы социального страхования. Остаются недостаточно изученными особенности течения пылевых заболеваний легких на ранних стадиях патологического процесса, не выявлены функциональные и биологические маркеры — критерии индивидуального прогноза состояния пациента при данной патологии [1–3].

На клиническом этапе работы проведено обследование 161 человека основных групп: 1 группа — 35 человек, имевшие длительный производственный контакт с промышленными фиброгенными аэрозолями, у которых не было обнаружено клинических и рентгенологических признаков поражения легких (контактные), 2 группа — 39 человек с хроническим пылевым бронхитом, 3 группа — 56 больных силикозом (преимущественно интерстициальная форма, рентгенологическая характе-

ристика процесса соответствовала категориям от s1 до u2), 4 группа — 31 больной с пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей (преимущественно узелковая форма, рентгенологическая характеристика процесса соответствовала категориям p1, p2, q1, q2). В 5 группу (контрольная группа) вошли 60 человек — доноры ГБУЗ СО «Самарская станция переливания крови», а также работники промышленных предприятий и учреждений, не имевшие в процессе работы контакта с профессиональными вредностями (здоровые).

Работа проведена с соблюдением этических стандартов, гарантирующих уважение ко всем субъектам исследования и защиту их здоровья и прав, в соответствии с требованиями Хельсинкской Декларации Всемирной Медицинской Ассоциации (ВМА) (64-я Генеральная Ассамблея ВМА, Форталеа, Бразилия, октябрь 2013 г.). Всеми обследованными была подписана и датирована унифицированная форма протокола добровольного информированного согласия. Исследование было одобрено комитетом по биоэтике при ФГБОУ ВО СамГМУ Минздрава России.

Критерии включения в группы исследования: установленный диагноз хронического пылевого бронхита, силикоза, пневмокониоза от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей, возраст 41–60 лет, мужской пол, добровольное и датированное информированное согласие на включение в исследование. Для группы контактных критериями включения являлись воздействие на производстве промышленных фиброгенных аэрозолей (стаж более 10 лет, в концентрациях, превышающих ПДК), отсутствие клинических и рентгенологических проявлений пылевых заболеваний легких, возраст 41–60 лет, мужской пол, добровольное и датированное информированное согласие на включение в исследование.

Критерии исключения: возраст моложе 41 года и старше 60 лет, наличие нарушений функции печени и почек, выраженные врожденные дефекты или серьезные хронические заболевания в стадии обострения, включая клинически важные обострения печени, почек, сердечно-сосудистой, нервной систем, психических заболеваний или метаболических нарушений, подтвержденных данными анамнеза или объективным исследованием, наличие острых инфекционных и / или неинфекционных заболеваний в течение 1 месяца до начала исследования, хроническое злоупотребление алкоголем и / или употребление наркотиков, наличие в анамнезе или в настоящее время аутоиммунных, онкогематологических, онкологических заболеваний, длительное применение (более 14 дней) иммуносупрессивных препаратов за 6 месяцев до начала исследования, любое подтвержденное или предполагаемое иммунодефицитное состояние, другие заболевания легких непрофессионального генеза, другие заболевания легких профессионального генеза, в том числе бронхиальная астма (прирост FEV1 на 12 % или 200 мл и более от исходных величин при стандартной пробе с бронхолитиком, что характеризует обратимую обструкцию), любые перенесенные операции на легких и сердце, применение ингибиторов АПФ и  $\beta$ -адреноблокаторов.

Все случаи профессиональных заболеваний обсуждались на врачебно-экспертной комиссии отделения профпатологии областного центра профпатологии ГБУЗ СО «Самарская медико-санитарная часть № 5 Кировского района». Диагноз заболевания (форма патологии, клинические особенности) ставился в соответствии с Перечнем профессиональных заболеваний, утвержденным Приказом № 417н МЗ и СР РФ от 27 апреля 2012 г. «Об утверждении перечня профессиональных заболеваний», «Федеральными клиническими рекомендациями по диагностике, лечению и профилактике пневмокониозов» (под редакцией Н. Ф. Измерова, А. Ю. Бушманова, И. В. Бухтиярова, 2014), критериями, предлагаемыми Национальным руководством «Профессиональные заболевания органов дыхания» (под редакцией Н. Ф. Измерова, А. Г. Чучалина, 2015), современной классификацией на основании данных санитарно-гигиенической характеристики условий труда, клинко-функционального, иммунологического и рентгенологического обследования.

Уровни иммуноглобулинов А, М, G в сыворотке определяли методом радиальной иммунодиффузии по Манчини (Mancini G., Carbonara A. O., Heremans J. F., 1965). Гемолитическая активность комплемента и уровень миелопероксидазы определялись при помощи стандартных реакций. Определение уровней общего IgE, фибронектина, цитокинов IL-1 $\alpha$ , IL-1 $\beta$ , IL-4, IL-8, IFN $\gamma$ , TNF $\alpha$ , факторов роста FGF2, VEGF в сыворотке крови проводилось методом твердофазного иммуноферментного анализа.

Обработка численных данных проводилась методами дескриптивной статистики, дисперсионного, корреляционного, кластерного и дискриминантного анализа. Достоверность различий определялась при помощи непараметрического U-критерия Манна–Уитни. Корреляционный анализ проводился методом Спирмена.

Установлено, что содержание IgA (г/л) в сыворотке крови увеличено у обследованных лиц в группах контактных и с хроническим пылевым бронхитом ( $p < 0,05$  по сравнению с контрольной группой).

Снижение же уровня IgA в сыворотке крови пациентов с пневмокониозом от действия высокодисперсных сварочных аэрозолей ( $p < 0,05$ ) может быть объяснено как угнетением системы фагоцитоза, так и увеличением при данной форме заболевания количества антигенов, с которыми IgA специфически связываются. Уровень IgM (г/л) увеличен в сыворотке крови обследованных лиц в группах контактных и с хроническим пылевым бронхитом ( $p < 0,01$  и  $p < 0,001$  соответственно) и снижен у пациентов с пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей ( $p < 0,05$ ). Наблюдается увеличение уровня IgG (г/л) с различной достоверностью в основных группах обследованных пациентов, кроме группы контактных.

Обращает на себя внимание увеличение уровня общего IgE (МЕ/мл) в сыворотке крови обследованных лиц основных групп. Так, наиболее значимое возрастание концентрации общего IgE в сыворотке крови до величин, характерных для аллергической патологии, выявлено у пациентов с хроническим пылевым бронхитом и пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных ( $p < 0,001$ ), что, по нашему мнению, может быть обусловлено как воздействием аэрозолей металлов-аллергенов, входящих в состав высокодисперсных сварочных аэрозолей, так и большей распространенностью на производствах промышленных аэрозолей сложного состава, обладающих раздражающим и сенсибилизирующим действием. При формировании асептического гранулематозного типа воспаления при пылевых заболеваниях легких происходит перекрестное связывание поливалентным промышленным аллергеном специфического IgE, фиксированного на высокоаффинных IgE-рецепторах 1-го типа, что вызывает активацию тучных клеток и базофилов, которые индуцируют и поддерживают аллергическую реакцию в респираторном тракте с помощью IgE-зависимого механизма. Синтез IL-1 $\alpha$  (пг/мл) увеличен у лиц как в группах контактных и больных хроническим пылевым бронхитом, так и в группах с силикозом и пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей ( $p < 0,001$  для каждой группы). Так как IL-1 $\alpha$  является внутрисекреторным, то его обнаружение в высокой концентрации в сыворотке крови человека можно расценивать как маркер повреждения клеток (в первую очередь эпителия слизистой бронхов). Также в нашем исследовании установлено достоверное увеличение концентрации IL-1 $\beta$  в сыворотке крови лиц группы контактных ( $p < 0,05$ ) и ее снижение у пациентов с хроническим пылевым бронхитом, пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей ( $p < 0,001$ ) и силикозом ( $p < 0,01$ ). Снижение уровня активности IL-1 $\beta$  является критерием низкой активности (персистенции) воспалительного процесса в легких при данных заболеваниях. Наблюдалось достоверное увеличение концентрации IL-8 (пг/мл), выполняющего роль индуктора острых воспалительных реакций и стимулирующего адгезивные свойства и хемотаксис нейтрофилов, в сыворотке крови пациентов с хроническим пылевым бронхитом, силикозом и пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей ( $p < 0,001$ ).

Увеличение сывороточной концентрации IFN $\gamma$  у обследованных лиц групп контактных и с пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей ( $p < 0,001$ ) определяется, по нашему мнению, степенью полноценности защитных функций альвеолярных макрофагов, а также переходом от реакций врожденного иммунитета к реакциям адаптивного иммунного ответа с преобладанием клеточно-опосредованного ответа. Кроме того, обладая мощным противовоспалительным действием, IFN $\gamma$  способствует выработке организмом эффективных средств обратной регуляции его активности (прежде всего в виде образования противовоспалительных цитокинов, например, IL-4), что также показано в нашем исследовании. В группах пациентов с хроническим пылевым бронхитом и силикозом уровень сывороточной концентрации IFN $\gamma$  достоверно снижен ( $p < 0,05$ ), что, по нашему мнению, может свидетельствовать о недостаточной эффективности клеточных факторов иммунитета, способствующей хронизации воспалительного процесса в легочной паренхиме.

Снижение сывороточной концентрации TNF $\alpha$  (пг/мл), определяемое у лиц групп контактных ( $p < 0,01$ ) и с хроническим пылевым бронхитом ( $p < 0,05$ ), учитывая тот факт, что TNF $\alpha$  продуцируется макрофагами, может быть объяснено недостаточной стимуляцией макрофагальной защиты организма. Высокие же величины TNF $\alpha$  у пациентов с силикозом и пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей ( $p < 0,001$ ) свидетельствуют о высокой степени воспалительной реакции и позволяют с позиций цитотоксического эффекта TNF $\alpha$  рассматривать патологический процесс в данных группах обследованных лиц как деструктивный.

При анализе уровня FGF2 (фактора роста фибробластов, пг/мл) установлено его достоверное повышение в сыворотке крови лиц групп контактных ( $p < 0,05$ ), с хроническим пылевым бронхитом, силикозом ( $p < 0,001$ ) и пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей ( $p < 0,01$ ). По нашему мнению, увеличение уровня FGF2 в организме пациентов с пылевыми заболеваниями легких связано с тем, что пылевая частица, поглощенная макрофагами, разрушает их ли-

зосомы, высвобождается, а затем вновь поглощается другими макрофагами, которые продуцируют факторы, способствующие пролиферации фибробластов и формированию коллагена, являющегося морфологической основой пневмофиброза. При оценке уровня VEGF (фактора роста эндотелия сосудов, пг/мл) установлено его достоверное повышение в сыворотке крови обследованных лиц групп контактных, с хроническим пылевым бронхитом ( $p < 0,01$ ) и силикозом ( $p < 0,001$ ). В группе больных пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей уровень VEGF в сыворотке крови увеличен наиболее значительно (до  $798,74 \pm 28,7$  пг/мл) и имеет достоверные отличия как по сравнению с группой контроля ( $p < 0,001$ ), так и с группой больных силикозом ( $p < 0,05$ ). По нашему мнению, повышение VEGF в основных группах обследуемых является проявлением адаптивной реакции организма на развитие гипоксии при пылевых заболеваниях легких. Кроме того, учитывая канцерогенные свойства ряда компонентов, входящих в состав высокодисперсных сварочных аэрозолей, и способность фактора VEGF стимулировать рост сосудов при развитии злокачественных новообразований, его увеличение в организме пациентов с пневмокониозом от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей следует рассматривать как неблагоприятный факт, требующий дальнейшего наблюдения.

Таким образом, определение особенностей иммунного гомеостаза у обследованных лиц групп контактных и с различными нозологическими формами пылевых заболеваний легких (хронический пылевой бронхит, силикоз, пневмокониоз от воздействия высокодисперсных сварочных аэрозолей) способствует раскрытию патогенетических механизмов возникновения, течения и прогрессирования профессиональных пылевых заболеваний легких, что позволит не только повысить качество ранней диагностики, но оптимизировать стратегии первичной и вторичной профилактики данной патологии, прогнозировать течение заболевания, снизить количество инвалидизирующих форм.

## Литература

1. Предварительное исследование наночастиц в различных процессах шлифования в Латвии / Ж.С. Мартинсоне [и др.] // Современные вопросы здоровья и безопасности на рабочем месте: материалы I Международного научного форума, Минск, 1–3 июня 2017 г. / редкол.: И. В. Бухтияров, А. Н. Гоменюк (гл. ред.) [и др.]. — Минск: Регистр, 2017. — С. 203–208.
2. Чугунов, В. В. Динаміка клініко-патопсихологічних розладів у хворих на пневмокониоз залежно від стадії легенової хвороби / В. В. Чугунов, Л. О. Васякіна // Актуальні питання фармацевтичної і медичної науки та практики. — 2013. — № 1(11). — С. 115–118.
3. Профессиональные заболевания органов дыхания: национальное руководство / под ред. Н. Ф. Измерова, А. Г. Чучалина. — М.: ГЭОТАР-Медиа, 2015. — 785 с.

Поступила 28.10.2020

## ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ БРОНХИАЛЬНАЯ АСТМА: НАУКОМЕТРИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА МИРОВЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЗА 20-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД

*Бабанов С. А., д. м. н., профессор, s. a. babanov@mail.ru,  
Байкова А. Г., antonina.shishina@mail.ru*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

Впервые термин «наукометрия» был определен в 1969 г. советским философом и математиком В. В. Налимовым как «количественные методы изучения развития науки как информационного процесса» [1]. Все чаще признается необходимость применения наукометрических систем для решения поставленных перед учеными задач [2]. Поэтому в настоящее время полное понимание проблемы такого заболевания, как профессиональная бронхиальная астма, невозможно без обзора всего массива мировых публикаций по данной тематике.

Цель исследования — провести анализ наукометрических показателей мировых исследований в области профессиональной бронхиальной астмы.

Поиск проводился в базе данных Scopus (www.scopus.com). Было использовано поисковое словосочетание «bronchial asthma», поисковый режим «Title – Abstract – Keywords» (название статьи – реферат – ключевые слова) и 20-летний период (с 1999 по 2019 г.). Поиск определил 164915 публикаций. При поисковом словосочетании «occupational asthma» выявлена 6661 публикация.

В среднем в мире ежегодно издавались по  $(9054 \pm 362)$  публикации в сфере бронхиальной астмы, в том числе по  $(248 \pm 44)$  публикаций в сфере профессиональной бронхиальной астмы, которые составили  $(2,3 \pm 0,8)\%$  от общего массива изданий по бронхиальной астме.

В таблице 1 представлен рейтинг 16 стран, издавших наибольшее количество публикаций в 1999–2019 гг. в сфере профессиональной бронхиальной астмы.

Таблица 1. – Страны, авторы которых издали наибольшее количество публикаций по профессиональной бронхиальной астме (1999–2019 гг.)

Место	Страна	Число статей	%	Место	Страна	Число статей	%
1-е	США	1732	26,0	9-е	Швеция	255	3,8
2-е	Великобритания	739	11,0	10-е	Финляндия	216	3,2
3-е	Канада	545	8,1	11-е	Австралия	202	3,0
4-е	Германия	497	7,5	12-е	Польша	196	2,9
5-е	Испания	471	7,1	13-е	Бельгия	195	2,9
6-е	Италия	460	6,9	14-е	Дания	169	2,5
7-е	Франция	428	6,4	15-е	Норвегия	133	2,0
8-е	Нидерланды	259	3,9	16-е	Южная Корея	129	1,9

Оказалось, что эти 16 ведущих стран издали более 99% публикаций. Из таблицы 1 видно, что ученые из США издали 26,0% публикаций, Великобритании – 11%, Канады – 8,1%.

Анализ публикаций в сфере профессиональной бронхиальной астмы по типу показал, что научные статьи в журналах составили 82,2%, обзоры – 10,7%, материалы конференций, съездов, симпозиумов – 1,9%.

В таблице 2 представлен рейтинг 10 авторов, издавших наибольшее количество публикаций за 20 лет (1999–2019 гг.) в сфере профессиональной бронхиальной астмы. Следует отметить, что в среднем авторы издавали по 57–58 статей в год и имели высокий индекс Хирша, который свидетельствует о высокой научной значимости издаваемых публикаций и высоком уровне цитирования статей.

Таблица 2. – Авторы, издавшие наибольшее количество публикаций по профессиональной бронхиальной астме (1999–2019 гг.)

Место	Фамилия, имя автора	Число статей	Индекс Хирша	Общее число публикаций
1-е	Tarlo, Susan M. (г. Торонто, Канада)	122	43	261
2-е	Malo, Jean Luc (г. Монреаль, Канада)	114	62	389
3-е	Quirce, Santiago (г. Мадрид, Испания)	103	46	402
4-е	Heederik, Dick (г. Утрехт, Нидерланды)	84	71	535
5-е	Sastre, Joaquin (г. Мадрид, Испания)	83	47	329
6-е	Baur, Xaver (г. Берлин, Германия)	81	49	778
7-е	Cullinan, Paul (г. Лондон, Англия)	73	56	265
8-е	Vandenplas, Olivier (г. Намюр, Бельгия)	71	19	146
9-е	Merget, Rolf D (г. Бохум, Германия)	69	26	244
10-е	Burge, Peter (г. Бирмингем, Англия)	68	52	224

В таблице 3 представлен рейтинг 10 учреждений, авторы которых издали наибольшее количество статей в сфере профессиональной бронхиальной астмы

Таблица 3. — Учреждения, авторы которых издали наибольшее количество публикаций по профессиональной бронхиальной астме (1999–2019 гг.)

Место	Наименование учреждения	Число статей
1-е	National institute for Occupational safety and health (США)	289
2-е	Hopital du Sacre-Coeur de Montreal (г. Монреаль, Канада)	180
3-е	Center for Disease Control and Prevention (штат Джорджия, США)	154
4-е	Tyoterveyslaitos (г. Хельсинки, Финляндия)	147
5-е	Imperial College London (г. Кенсингтон, Лондон)	139
6-е	Inserm (г. Париж, Франция)	134
7-е	Utrecht University (г. Утрехт, Нидерланды)	133
8-е	Institut fur Pravention und Arbeitsmedizin der Deutschen Gesetzlichen Unfallversicherung (г. Бохум, Германия)	130
9-е	University of Toronto (г. Торонто, Канада)	126
10-е	Ruhr-Un Universitat (г. Бохум, Германия)	117

В таблице 4 представлен рейтинг 10 журналов, издавших наибольшее количество статей в области профессиональной бронхиальной астмы. В 5 из них страной регистрации является Великобритания. Также в таблице отражены высокие наукометрические показатели CiteScore, SJR, SNIP, H-индекс, что свидетельствуют о большом научном отраслевом рейтинге этих журналов.

Таблица 4. — Журналы, издавшие наибольшее количество публикаций в области профессиональной бронхиальной астмы (1999–2019 гг.)

Место	Название	ISSN	Cite Score	SJR	SNIP	H-индекс	Число статей
1-е	European Journal of Allergy and Clinical Immunology (Великобритания)	0105-4538; 1398-9995	6,97	2,459	1,931	156	169
2-е	Occupational and Environmental Medicine (Великобритания)	1351-0711; 1470-7926	3,12	1,671	1,716	127	167
3-е	Journal of Occupational and Environmental Medicine (США)	1076-2752	1,59	0,720	0,711	98	157
4-е	Journal of Allergy and Clinical Immunology (США)	0091-6749; 1097-6825	6,81	3,702	2,135	262	139
5-е	American Journal of Industrial Medicine (США)	0271-3586	1,78	0,894	1,241	96	138
6-е	Occupational Medicine (Великобритания)	0962-7480; 1471-8405	1,18	0,542	0,739	72	126
7-е	European Respiratory Journal (Великобритания)	0903-1936; 1399-3003	4,65	3,925	2,397	216	108
8-е	Annals of Allergy, Asthma and Immunology (США)	1081-1206; 1534-4436	2,16	0,772	0,741	100	84
9-е	International Archives of Occupational and Environmental Health (Германия)	0340-0131; 1432-1246	2,42	0,823	1,267	80	80
10-е	Clinical and Experimental Allergy (Великобритания)	1365-2222	3,68	0,1967	1,415	139	79

Российский индекс научного цитирования (РИНЦ), который по заданию Роснауки проводят сотрудники Научной электронной библиотеки, содержит систематизированные журнальные публикации только с 2005 г. Задав в поисковых словосочетаниях варианты определений профессиональной бронхиальной астмы, мы сформировали отчет из 63 российских журнальных статей.

На 63 статьи в сфере профессиональной бронхиальной астмы были сделаны 126 ссылок, т. е. при простых арифметических действиях видно, что среднее число цитирований в расчете на одну

статью 2,0. Однако подробный анализ показывает, что цитируются только 23 статьи, а 40 статей не имеют цитирований вообще. Библиографическая запись статей, которые имели наибольшее количество цитирований, представлена в таблице 5.

Таблица 5. — Рейтинг отечественных статей сферы профессиональной бронхиальной астмы по количеству ссылок

Место	Число ссылок	Библиографическая запись
1-е	28	Современные аспекты сохранения и укрепления здоровья работников, занятых на предприятиях по производству алюминия Измеров Н. Ф., Бухтияров И. В., Прокопенко Л. В., Кузьмина Л. П., Соркина Н. С., Бурмистрова Т. Б., Лагутина Г. Н. Медицина труда и промышленная экология. 2012. № 11. С. 1–7
2-е	19	Актуальные вопросы профессиональных заболеваний легких и перспективные направления исследований Полякова И. Н. Медицина труда и промышленная экология. 2007. № 7. С. 1–6
3-е	15	О состоянии профессиональной аллергической заболеваемости в республике Башкортостан Масягутова Л. М., Бакиров А. Б., Шагалина А. У. Общественное здоровье и здравоохранение. 2011. № 1. С. 34–37
4-е	8	Оценка профессиональных аллергических заболеваний респираторного тракта Панкова В. Б. Гигиена и санитария. 2011. № 1. С. 51–54
5–6-е	7	Актуальные аспекты современных форм профессиональной бронхиальной астмы Артемова Л. В., Кузьмина Л. П., Соркина Н. С., Комарова С. Г., Петрыкина М. В., Помыкина Ю. С. Медицина труда и промышленная экология. 2014. № 7. С. 19–24
	7	Профессиональная бронхиальная астма Бакумов П. А., Ковальская Е. Н., Зернюкова Е. А., Кочетова Е. И., Алексеев Е. Г. Лекарственный вестник. 2014. Т. 8. № 1 (53). С. 18–30
7–9-е	5	Клинические и молекулярно-генетические аспекты формирования профессиональной бронхиальной астмы у мясоупаковщиков Васильева О. С., Кузьмина Л. П., Кулемина Е. А., Коляскина М. М. Пульмонология. 2012. № 3. С. 39–44
	5	Роль генетических факторов в развитии профессиональной бронхиальной астмы Каримов Д. О., Байзигитов Д. Р., Шагалина А. У. Здоровье населения и среда обитания. 2013. № 12 (249). С. 22–23
	5	Применение бесконтактного гидромассажа у пациентов с профессиональной бронхиальной астмой Румянцева О. И., Петрыкина М. В., Лысова Е. П. Медицина труда и промышленная экология. 2015. № 9. С. 124–125

Таким образом, нами проанализированы наукометрические показатели авторов и периодических изданий разных стран, издавших наибольшее количество научных статей в сфере профессиональной бронхиальной астмы. Полученные результаты позволят нам и заинтересованным пользователям проводить более целенаправленный информационный поиск публикаций.

## Литература

1. *Налимов, В. В.* Наукометрия. Изучение науки как информационного процесса / В. В. Налимов, З. М. Мульченко. — М. : Наука, 1969. — 191 с.
2. *Пенькова, О. В.* Информетрия, наукометрия и библиометрия: наукометрический анализ современного состояния / О. В. Пенькова, В. М. Тютюнник // Вестник Тамбовского государственного университета. Серия: Естественные и технические науки. — 2001. — Т. 6, № 1. — С. 86–88.

Поступила 28.10.2020

## ВЛИЯНИЕ ТЯЖЕСТИ ТРУДА НА НОЗОЛОГИЧЕСКИЙ ПРОФИЛЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ РАБОТНИКОВ БАЗОВЫХ ОТРАСЛЕЙ СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА

Безрукова Г. А., д. м. н., доцент, bezrukovagala@yandex.ru,  
Новикова Т. А., к. б. н., доцент, novikovata-saratov@yandex.ru,  
Микеров А. Н., д. б. н., niusgsar@mail.ru

Саратовский медицинский научный центр гигиены Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Саратов, Россия

Вне зависимости от специфики технологических процессов, определяющих характер и условия трудовой деятельности в различных отраслях аграрного сектора экономики, тяжесть трудового процесса является в настоящее время наиболее распространенным фактором профессионального риска здоровью работников сельского хозяйства [2]. Несмотря на структурную перестройку ведения сельского хозяйства, внедрение систем комплексной автоматизации, компьютеризации и переоснащения производств сельскохозяйственной продукции, обновление парка используемых машин, оборудования и транспортных средств, удельный вес работников, занятых по виду экономической деятельности «Растениеводство и животноводство, охота и предоставление соответствующих услуг в этих областях», остается стабильно высоким и составляет, по данным Росстата, на конец 2019 г. 16,8%.

Тяжесть трудового процесса при работе на предприятиях животноводства определяется тем, что даже при наличии средств малой и средней механизации большое количество технологических операций может выполняться работниками вручную: индивидуальное дозирование кормов при подаче их по кормопроводу, раздача кормов, уборка помещений, сортировка животных и птицы, отдельные виды зооветеринарных мероприятий, сортировка и перегон животных на другие участки. В птицеводстве малопродуктивный ручной труд главным образом имеет место при наполном содержании птицы; в молочном скотоводстве трудоемким процессом, требующим значительного напряжения мышц, является ручное доение. В целом трудовой процесс в животноводстве характеризуется высокой динамической физической нагрузкой при перемещении грузов на различные расстояния, статической нагрузкой при подъеме и перемещении грузов вручную и приложении усилий при их удержании, неудобными и вынужденными рабочими позами, глубокими наклонами корпуса [1].

При работе в профессии тракторист-машинист сельскохозяйственного производства (механизатор сельского хозяйства) тяжесть трудового процесса в первую очередь определяется техническими характеристиками и длительностью срока эксплуатации используемой мобильной сельскохозяйственной техники. В основе физических перегрузок при работе на технике старых моделей лежат конструктивные недостатки кабин и рабочих мест, приводящие к неудобной статичной рабочей позе, а также значительным усилиям и наклонам корпуса при переключении органов управления. На новой и импортной технике, оборудованной кабинами, отвечающими эргономическим требованиям, органы управления и контроля находятся в пределах сенсомоторной зоны, что обеспечивает работу в более удобной рабочей позе. При этом длительное нахождение в статичной рабочей позе, формирующее тяжелые условия труда, является общим фактором трудового процесса при работе на мобильной сельскохозяйственной технике, не зависящим от ее вида, марки и срока эксплуатации [3].

Таким образом, гигиеническая оценка тяжести трудового процесса в основных сегментах сельскохозяйственного производства (животноводство, растениеводство) позволяет согласно Руководству Р 2.2.2006–05 [4] классифицировать этот фактор как вредный 3 степени (класс 3.2–3.3), представляющий значительный апостериорный профессиональный риск здоровью работников сельского хозяйства (таблица 1).

Целью настоящего исследования являлось выявление современных трендов формирования профессиональной патологии у работников сельского хозяйства под воздействием тяжести трудового процесса, а также анализ влияния этого фактора на нозологию профессиональных заболеваний работников базовых отраслей сельского хозяйства.

Таблица 1. — Гигиеническая классификация условий труда работников базовых отраслей сельского хозяйства

Вредные факторы условий труда	Основные профессиональные группы класс, степень вредности и опасности условий труда			
	скотоводы	свиноводы	птицеводы	механизаторы с/х
Биологический фактор	2*/4**	2*	2*	1
Химический фактор	3.1	3.2	3.1	2–3.1
Аэрозоли преимущественно фиброгенного действия	3.1	3.1	3.1	2–3.4
Микроклимат	3.2	3.1	3.2	2–3.4
Производственный шум	3.1	2	3.2	3.1–3.3
Вибрация общая	—	—	—	3.1–3.2
Вибрация локальная	—	—	—	3.1–3.2
Тяжесть труда	3.3	3.3	3.2	3.1–3.3
Напряженность труда	2	2	2	2
Общая оценка	3.3/4**	3.3	3.3	3.2–3.4

\* Патогенные микроорганизмы IV группы — условно-патогенные;  
 \*\* патогенные микроорганизмы I–II группы — возбудители особо опасных инфекций.

Результаты анализа актуализированной информации об условиях труда и профессиональной заболеваемости работников сельского хозяйства, представленной по нашим запросам управлениями Роспотребнадзора по субъектам Российской Федерации, показали, что всего за период с 2011 по 2017 г. профессиональные заболевания были выявлены у 2339 работников сельского хозяйства, которым было поставлено 2858 диагнозов профессиональных заболеваний.

В процентном соотношении наибольшее количество профессиональных заболеваний по отрасли «Сельское хозяйство» развивалось под воздействием физических перегрузок, обусловленных тяжестью труда — 37,2%, физического (виброакустического) фактора — 26,8% и контакта с инфекционным агентом — 14,6%. Профессиональные заболевания, ассоциированные с комплексным воздействием биологических факторов и химических токсикантов, в период наблюдения диагностировались только в 7,5–9,2% по разным годам наблюдения.

В разрезе базовых сегментов сельскохозяйственного производства (скотоводство, свиноводство, птицеводство, растениеводство) наибольший удельный вес заболеваний, ассоциированных с тяжестью труда, был отмечен у свиноводов, затем по убыванию следовали: работники скотоводства, птицеводы и трактористы-машинисты сельского хозяйства (таблица 2).

Таблица 2. — Вклад факторов условий труда в развитие профессиональной заболеваемости работников базовых отраслей сельского хозяйства

Вредные факторы труда	Основные профессиональные группы			
	скотоводы	свиноводы	птицеводы	механизаторы с/х
Физические перегрузки, %	64,6	84,5	42,9	36,7
Инфекционный агент, %	32,6	—	—	—
Физические факторы	—	—	—	61,3
Химические факторы, %	—	7,7	7,1	—
Комплекс химических и биологических факторов, %	2,3	7,7	50,0	2

Всего за анализируемый период у работников сельского хозяйства было диагностировано 1063 случая заболевания, ассоциированного с тяжестью трудового процесса, среди которых первые ранговые места принадлежали радикулопатиям шейного и пояснично-крестцового уровней (63,3%), моно- и полинейропатиям верхних и нижних конечностей, вызванных функционального перенапряжения (15,3%).

Результаты анализа тренда динамических рядов удельного веса профзаболеваний, ассоциированных с тяжестью трудового процесса, в общей структуре первичной профзаболеваемости работ-

ников сельского хозяйства выявили статистически значимое ( $R^2=0,701$ ) увеличение их доли в 1,8 раза с 26,9% в 2011 г. до 49,1% в 2017 г. (таблица 3), что могло свидетельствовать об отсутствии улучшений условий труда в части снижения физических перегрузок на рабочих местах.

Таблица 3. — Динамика нозологической структуры профессиональной заболеваемости работников базовых отраслей сельского хозяйства, обусловленных тяжестью труда

Статистические показатели	Период наблюдения (годы)						
	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Частота выявления заболеваний, обусловленных тяжестью труда в целом, %	26,9	35,7	33,3	44,9	56,0	45,9	49,1
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = 3,917x + 26,01$ ( $R^2 = 0,701$ )						
<i>Работники животноводства</i>							
Частота диагностики радикулопатий пояснично-крестцового и шейного уровней, %	24,9	19,7	22,1	26,1	33,0	38,7	40,0
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = 3,364x + 15,75$ ( $R^2 = 0,812$ )						
Частота диагностики радикулопатий пояснично-крестцового уровня, %	14,4	13,4	18,6	19,1	22,9	25,8	22,5
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = 1,907x + 11,9$ ( $R^2 = 0,818$ )						
Частота диагностики радикулопатий шейного уровня, %	10,5	6,4	3,4	7,0	10,0	12,9	17,5
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = 1,45x + 3,871$ ( $R^2 = 0,454$ )						
Частота диагностики моно- и полинейропатий, %	24,3	28,7	24,8	30,4	22,9	16,1	16,5
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = -1,8036x + 30,6$ ( $R^2 = 0,503$ )						
Частота диагностики артрозов и периартрозов, %	4,2	8,9	8,2	6,1	9,1	12,9	5,2
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = 0,103x + 7,814$ ( $R^2 = 0,007$ )						
Частота диагностики плечелопаточного периартроза, %	2,2	4,5	7,6	9,6	8,3	0	10,0
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = 0,539x + 3,871$ ( $R^2 = 0,091$ )						
<i>Трактористы, машинисты сельскохозяйственного производства</i>							
Частота диагностики радикулопатий пояснично-крестцового и шейного уровней, %	22,7	25,2	26,0	27,7	38,0	38,8	35,6
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = 2,7821x + 19,443$ ( $R^2 = 0,8083$ )						
Частота диагностики моно- и полинейропатий, %	10,7	7,1	7,9	6,4	1,0	3,1	6,7
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = -0,9607x + 9,9714$ ( $R^2 = 0,4247$ )						
Частота диагностики артрозов и периартрозов, %	0	1,9	1,1	2,1	0	0	1,9
<i>Уравнение регрессии</i>	$y = 0,0286x + 0,8857$ ( $R^2 = 0,0039$ )						

В значительной степени прирост профессиональных заболеваний, обусловленных тяжестью труда, определялся ростом частоты диагностики у работников сельского хозяйства радикулопатий, удельный вес которых в общем пуле профпатологии за период наблюдения вырос с 19,8% до 31,2%. Так, у работников животноводства распространенность радикулопатии шейного и пояснично-крестцового уровней (суммарно) достоверно ( $R^2 = 0,812$ ) возросла с 24,9% (2011 г.) до 40% в 2017 г. Причем в последние годы распространенность дорсопатий у животноводов прирастала в основном за счет радикулопатий шейного уровня. У механизаторов сельского хозяйства частота выявления профессиональных радикулопатий пояснично-крестцового и шейного уровней претерпела аналогичные изменения и увеличилась с 22,7% (2011 г.) до 35,6% в 2017 г. В силу того, что в общем пуле профессиональных дорсопатий радикулопатии шейного уровня у механизаторов сельского хозяйства составляли менее 8%, динамика данной нозологии оказывала ничтожное влияние на общую нозологическую структуру.

Динамика частоты диагностики моно- и полинейропатий у работников всех профессиональных групп по сравнению с дорсопатиями имела обратную направленность. В целом за период с 2011 по 2017 г. распространенность моно- и полинейропатий верхних конечностей у животноводов снизилась на 32% ( $R^2 = 0,503$ ), причем за последние 4 года наблюдений эта нозология с более высокой степенью достоверности ( $R^2 = 0,869$ ) стала диагностироваться в 2,4 раза реже, а радикулопатии в 1,5 раза чаще ( $R^2 = 0,930$ ). У механизаторов сельского хозяйства также наметилась некоторая тенденция сни-

жения распространенности моно- и полинейропатий верхних конечностей. Так, с 2011 г. частота диагностики этих заболеваний снизилась на 4% с 10,7 до 6,7% (статистически малозначимо  $R^2 = 0,424$ ).

Следует отметить, что ни одному из работающих в профессии тракторист-машинист сельскохозяйственного производства за анализируемый период не был поставлен диагноз плечелопаточный периартроз (заболевания плеча), а артрозы и периартрозы другой локализации занимали ничтожно малое место (менее 1%) в нозологическом спектре профессиональной заболеваемости механизаторов сельского хозяйства.

У работников животноводства артрозы и периартрозы занимали 4 ранговое место в нозологической структуре профзаболеваемости (8,1%). Как показывают результаты анализа тренда динамических рядов частоты диагностики этих заболеваний, их распространенность за период наблюдения не претерпела статистически значимых изменений ( $R^2 = 0,007$ ) и находилась в пределах от 5,2 до 12,9% от общего пула профессиональных заболеваний, выявленных у данной категории работников сельского хозяйства.

Профессиональные заболевания плеча, представленные у животноводов главным образом плечелопаточным периартрозом, диагностировались реже артрозов и периартрозов другой локализации (5,6% случаев, 5 ранговое место). За период наблюдения частота случаев регистрации первичных заболеваний плеча в этой профессиональной группе работников сельского хозяйства не претерпела статистически значимых изменений ( $R^2 = 0,091$ ).

При сравнительном анализе нозологических профилей накопленной профессиональной заболеваемости работников базовых отраслей сельского хозяйства, ассоциированных с тяжестью труда, была выявлена этиопатогенетическая взаимосвязь между нозологической формой заболевания, обусловленного физическими перегрузками, и условиями труда в профессии (таблица 4).

Таблица 4. — Нозологическая структура накопленной профессиональной заболеваемости работников базовых отраслей сельского хозяйства, ассоциированных с тяжестью труда

Нозологическая форма профессионального заболевания	Основные профессиональные группы			
	Скотоводы п = 505	Свиноводы п = 55	Птицеводы п = 112	Механизаторы с/х п = 386
Радикулопатии, %	40,0	54,5	50,0	77,7
Моно- и полинейропатии, %	39,1	27,7	16,7	19,7
Артрозы и полиартрозы, %	12,7	—	16,7	2,5 %
Плечелопаточный периартрит, %	8,3	17,9	16,7	—

Так, у трактористов-машинистов сельскохозяйственного производства длительное нахождение в статичной рабочей позе приводило к развитию радикулопатий пояснично-крестцового (88,2%) и шейного (11,8%) уровней. У работников скотоводства (животноводов, скотников, дояров) в основном диагностировались радикулопатия шейного уровня (90,1%). Моно- и полинейропатии верхних конечностей были в большей мере характерны для дояров и свиноводов. Поражения плеча, связанные с физическим функциональным перенапряжением, и остеоартрозы других суставов с нарушением функции выявлялись у работников животноводства и практически не встречались у механизаторов сельского хозяйства.

Таким образом, условия труда в аграрном секторе экономики по тяжести трудового процесса продолжают оставаться вредными и представляют высокий профессиональный риск развития болезней костно-мышечной системы и соединительной ткани: радикулопатии шейного и пояснично-крестцового уровней, моно- и полинейропатии верхних конечностей, поражений плеча, а также остеоартрозов другой локализации. Профилактика профессиональных заболеваний, обусловленных физическим перенапряжением, должна учитывать отраслевую специфичность технологических процессов и условий труда основных профессиональных когорт работников сельского хозяйства и носить риск-ориентированный комплексный характер, направленный на устранение либо минимизацию негативного воздействия тяжести трудового процесса на здоровье работающих.

## Литература

1. Гигиенические факторы риска и профилактика профессиональных болезней органов дыхания у работников животноводства / Г.А. Безрукова [и др.] // Медицина труда и экология человека. — 2015. — № 3. — С. 43–57.

2. Данилов, А. Н. Тяжесть трудового процесса как детерминанта профессионального риска здоровью работников сельского хозяйства / А. Н. Данилов, Г. А. Безрукова, Т. А. Новикова // Медицина труда и промышленная экология. — 2017. — № 9. — С. 59.

3. Условия труда как факторы профессионального риска функциональных нарушений у механизаторов сельского хозяйства / Т. А. Новикова [и др.] // Анализ риска здоровью. — 2014. — № 2. — С. 48–54.

4. Р 2.2.2006–05. Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293853/4293853008.htm>. — Дата доступа: 25.10.2020.

Поступила 02.11.2020

## ВЛИЯНИЕ НАРУШЕНИЙ СНА НА ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ХИРУРГОВ В УСЛОВИЯХ СУТОЧНЫХ ДЕЖУРСТВ

Бобко Н. А., д. б. н., [nbobko7@gmail.com](mailto:nbobko7@gmail.com),  
Довгопола С. П., [lab325@ukr.net](mailto:lab325@ukr.net)

Государственное учреждение «Институт медицины труда имени Ю. И. Кундиева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев, Украина

Жалобы на нарушения сна являются первой и наиболее распространенной жалобой лиц, работающих в ночные часы. В дни с ночными часами работ сон у них вынужденно смещается на дневные часы, когда он бывает, как правило, короче и не таким восстанавливающим, как ночной сон. При этом сон — состояние измененного метаболизма, и его сокращения, нарушения и смещения во времени имеют далеко идущие неблагоприятные последствия для эндокринной, иммунной системы и обмена веществ в целом, могут потенцировать заболевания системы кровообращения, формирование диабета второго типа, хронических воспалительных процессов, ухудшение эффективности умственной деятельности, увеличение аварийности и производственного травматизма [1, 2]. Восстанавливающая функция сна актуализирует значимость его исследований, особенно для работающих в ночные часы.

Работа хирургов в условиях суточных дежурств требует поддержания постоянной готовности к действию при высокой ответственности за здоровье пациентов, находящихся в наиболее критических состояниях. Согласно критериям «Гигиенической классификации труда» [3], ведущим вредным фактором трудового процесса у хирургов, работающих по графику с суточными дежурствами, является напряженность труда, которая квалифицируется по наивысшей категории вредности (класс 3.3) за счет характеристик эмоциональных, интеллектуальных нагрузок и режима труда [4]. При том, что по среднегрупповым данным тяжесть труда обследованных относится к допустимому классу условий труда (класс 2), физическая нагрузка каждого четвертого хирурга во время суточных дежурств квалифицируется как тяжелый физический труд по показателю перемещений в пространстве (класс 3.1–3.2).

Цель исследования — выявить закономерности соотношений между жалобами на нарушения сна и особенностями функционального состояния хирургов, работающих по графику с суточными дежурствами.

К участию в исследованиях были приглашены практически здоровые лица, которые были ознакомлены с целями и задачами исследования, используемыми методами и подписали Информированное согласие, утвержденное Комиссией по биоэтике Института. На базе Киевской клинической больницы скорой помощи на рабочих местах в условиях суточных дежурств (8:00–8:00), которые чередовались по графику: сутки — дежурство, трое суток — выходные, были обследованы 67 врачей хирургических специальностей (общая практика, абдоминальная хирургия, травматология) — мужчины в возрасте 23–74 лет ( $M \pm m$ :  $41,33 \pm 1,37$ ) в начале и в конце 24-часовых дежурств с помощью метода оценки биологического возраста по В. П. Войтенко [5]. Измерялись: частота сердечных сокращений (далее — ЧСС), систолическое и диастолическое артериальное давление (по Короткову) с помощью тонометра Nissei; статическая балансировка (проба Уемуры) и продолжительность задержки дыхания после глубокого вдоха (проба Штанге) (в секундах). Статическая балансировка определялась при стоянии обследуемого на левой ноге, без обуви с закрытыми глазами и опущенными вдоль туловища руками. Учитывалась продолжительность самого долгого стояния из трех попыток

с интервалом 5 минут. Вычислялся индекс самооценки здоровья (далее — СОЗ) и патологический индекс (далее — ПИ) на основе ответов обследуемых на 29 вопросов анкеты, определялись: биологический возраст (далее — БВ), должный биологический возраст (далее — ДБВ) и разница между ними (темп старения = БВ — ДБВ).

Изучались две жалобы на нарушения сна: (1) чуткий сон и (2) потеря сна из-за волнений. Среди обследованных были выделены 2 группы лиц — жалующихся (группа 1) и не жалующихся (группа 2) на чуткий сон, и 2 группы — жалующихся на потерю сна из-за волнений (группа 3) и не жалующихся (группа 4).

Математико-статистическая обработка данных проводилась с помощью стандартных пакетов компьютерных программ статистической обработки данных (Ms Excel 2007) с использованием базовой статистики, гетероскедастичного Т-теста на уровне статистической значимости  $p < 0,05$ .

Группы лиц, жалующихся или не жалующихся на чуткий сон (28 и 39 человек — соответственно), по возрасту достоверно не различались ( $43,04 \pm 1,87$  лет и  $40,10 \pm 1,93$  лет — соответственно). В то время как лица, жалующиеся на потерю сна из-за волнений, были статистически достоверно в среднем старше, чем лица, не жалующиеся на потерю сна (40 и 27 человек — соответственно;  $43,63 \pm 1,71$  лет и  $37,93 \pm 2,15$  лет,  $p < 0,05$ ).

В начале дежурства у лиц, жалующихся на чуткий сон, ЧСС была достоверно ниже, чем у лиц, не жалующихся на чуткий сон ( $71,71 \pm 1,77$  уд/мин и  $77,49 \pm 2,20$  уд/мин — соответственно,  $p < 0,05$ ). На таком же уровне ЧСС оставалась и в конце 24-часового дежурства у лиц, жалующихся на чуткий сон ( $71,81 \pm 2,48$  уд/мин), в то время как у тех, кто не жаловался на чуткий сон, ЧСС имела тенденцию к снижению (до  $72,79 \pm 2,32$  уд/мин). ЧСС в группах лиц, жалующихся или не жалующихся на потерю сна из-за волнений, статистически значимо не различалась ( $74,60 \pm 1,83$  уд/мин;  $75,78 \pm 2,62$  уд/мин) и имела слабо выраженную направленность к снижению к концу дежурства ( $71,67 \pm 1,77$  уд/мин;  $73,44 \pm 3,30$  уд/мин). По среднегрупповым данным, во всех четырех группах ЧСС находилась в пределах физиологической нормы.

Показатели систолического и диастолического артериального давления статистически значимо не различались ни в первой паре сравниваемых групп, ни во второй. По среднегрупповым данным, во всех четырех группах артериальное давление у хирургов находилось в пределах физиологической нормы. Такие данные свидетельствуют об отсутствии прямой зависимости артериального давления от качества сна.

Уровень кислородного обеспечения организма, определяемый по пробе Штанге (длительность задержки дыхания на вдохе), оценивается как «хороший» (в пределах 40–50 с) по среднегрупповым данным у врачей всех групп в начале дежурства, на границе перехода к «плохому» уровню (ниже 40 с) — в конце дежурства у врачей, жалующихся на чуткий сон ( $39,74 \pm 2,63$  с). При этом у врачей, жалующихся на чуткий сон, и в начале дежурства по среднегрупповым данным этот показатель был наиболее близок к нижней границе «хорошего» уровня ( $41,93 \pm 2,57$  с). В конце дежурства этот показатель был достоверно хуже у лиц, которые жаловались на чуткий сон, по сравнению с теми, у кого этой жалобы не было ( $p < 0,04$ ). В группах лиц, жалующихся или не жалующихся на потерю сна из-за волнений, длительность задержки дыхания на вдохе по среднегрупповым данным оценивалась как «хорошая» (составляла 43–46 с) и не различалась достоверно, что отражает отсутствие выраженной взаимосвязи между уровнем кислородного обеспечения организма и потерей сна из-за волнений.

Уровень кровоснабжения головного мозга, определяемый по пробе Уемуры (длительность статической балансировки на левой ноге), был достоверно хуже у лиц, которые жаловались на чуткий сон, по сравнению с теми, у кого этой жалобы не было, — как в начале суточного дежурства, так и в конце ( $14,22 \pm 2,48$  с и  $25,56 \pm 4,74$  с,  $p < 0,04$ ;  $19,12 \pm 2,73$  с и  $39,77 \pm 7,73$  с,  $p < 0,02$ ). В группах лиц, жалующихся или не жалующихся на потерю сна из-за волнений, длительность статической балансировки статистически значимо не различалась, что свидетельствует об относительной независимости уровня кровоснабжения головного мозга от такой жалобы, как потеря сна из-за волнений.

На головные боли жаловались чаще лица с жалобами на нарушения сна, чем те, кто таких жалоб не имел (с жалобами на чуткий сон — на уровне  $p < 0,04$ , с жалобами на потерю сна из-за волнений — на уровне  $p < 0,01$ ). В группах лиц, жалующихся или не жалующихся на чуткий сон, частота других жалоб на самочувствие достоверно не различалась. В то время как в группе лиц, жалующихся на потерю сна из-за волнений, по сравнению с теми, у кого таких жалоб не было, достоверно чаще отмечались следующие жалобы: снижение работоспособности ( $p < 0,0001$ ), сложности с сосредоточением ( $p < 0,001$ ), жалобы на ухудшение зрения ( $p < 0,04$ ), головокружение ( $p < 0,001$ ), на метеочувствительность ( $p < 0,03$ ), на боли в области сердца ( $p < 0,01$ ), печени ( $p < 0,04$ ), поясницы ( $p < 0,01$ ), отеки ног ( $p < 0,04$ ), на субъективное ощущение ухудшения здоровья ( $p < 0,02$ ).

Индексы СОЗ и ПИ свидетельствовали о достоверно худшем состоянии здоровья и большем числе хронических заболеваний у лиц, жалующихся на чуткий сон, по сравнению с теми, у кого такой жалобы не было ( $p < 0,03$  и  $p < 0,04$  — соответственно). Аналогично — у лиц, жалующихся на потерю сна из-за волнений ( $p < 0,0001$  и  $p < 0,0002$  — соответственно).

Лица, жалующиеся на чуткий сон, по сравнению с теми, у кого такой жалобы не было, биологически были достоверно старше — согласно замерам, выполненным и в начале, и в конце дежурства ( $p < 0,02$  и  $p < 0,01$  — соответственно). По темпам старения лица группы 1 опережали лиц группы 2 в среднем на 4,6 года: жалующиеся на чуткий сон старели на  $8,62 \pm 2,56$  года раньше среднепопуляционного стандарта, в то время как те, кто не жаловались, — на  $4,02 \pm 2,54$  года раньше ( $p < 0,04$ ) — только согласно данным, зарегистрированным в конце 24-часового дежурства, на фоне утомления, при том, что эти группы по календарному возрасту достоверно не различались.

Лица, жалующиеся на потерю сна из-за волнений, также были биологически старше тех, кто такой жалобы не имел, — по замерам, выполненным и в начале, и в конце дежурства ( $p < 0,01$  и  $p < 0,05$  — соответственно). Они же были достоверно старше и по календарному возрасту. По темпам старения группы лиц, жалующихся или не жалующихся на потерю сна из-за волнений, достоверно не различались.

При этом по темпам старения все группы обследованных хирургов по среднегрупповым данным квалифицировались как лица с ускоренным темпом старения (превышали среднепопуляционный темп старения более чем на 3 года — IV функциональный класс состояния здоровья), которые представляют собой группу риска возникновения заболеваний, утраты трудоспособности и смерти, и — согласно рекомендациям Института геронтологии — подлежат обязательному диспансерному контролю и тщательному клинико-инструментальному обследованию, периодической госпитализации и санаторно-курортному лечению.

Таким образом, жалобы на чуткий сон сопровождаются преимущественно неблагоприятными изменениями в объективно регистрируемых показателях функционирования организма, в то время как жалобы на потерю сна из-за волнений — увеличением числа жалоб на самочувствие.

Лица с жалобами на чуткий сон имеют более низкие показатели кислородного обеспечения организма ( $p < 0,04$  — согласно пробе Штанге) и кровоснабжения головного мозга ( $p < 0,04$  — согласно пробе Уемуры), чем лица, не имеющие таких жалоб. Это может способствовать формированию гипоксии и связанных с ней неблагоприятных последствий у лиц с жалобами на чуткий сон.

Лица с жалобами на потерю сна из-за волнений достоверно чаще жалуются на снижение работоспособности ( $p < 0,0001$ ), сложности с сосредоточением ( $p < 0,001$ ), жалобы на ухудшение зрения ( $p < 0,04$ ), головокружение ( $p < 0,001$ ), на метеочувствительность ( $p < 0,03$ ), на боли в области сердца ( $p < 0,01$ ), печени ( $p < 0,04$ ), поясницы ( $p < 0,01$ ), отеки ног ( $p < 0,04$ ), на субъективное ощущение ухудшения здоровья ( $p < 0,02$ ). Отчасти это может быть связано с более старшим календарным возрастом лиц, жалующихся на потерю сна, что само по себе отражает тот факт, что потеря сна из-за волнений является возраст-зависимой характеристикой — в отличие от жалоб на чуткий сон.

Лица с любой из жалоб на нарушения сна были биологически старше своих коллег, не имеющих соответствующей жалобы ( $p < 0,05$ ). Однако только лица с жалобой на чуткий сон по темпам старения опережали темпы старения своих коллег, которые не жаловались на чуткий сон, на 4,6 года ( $p < 0,04$ ), что регистрировалось на фоне утомления — в конце 24-часового дежурства.

Ускоренный темп старения хирургов, работающих в условиях суточных дежурств, может отражать физиологическую цену наивысшей категории вредности их труда (класс 3.3), которая формируется за счет характеристик эмоциональных, интеллектуальных нагрузок и режима работы, а также в ряде случаев — на фоне значительных физических нагрузок. При этом жалобы на нарушения сна выделяют среди обследованных наиболее уязвимую группу лиц, требующую внимания и профилактических мероприятий в первую очередь. Прогностически более неблагоприятными в отношении темпов биологического старения являются жалобы на чуткий сон.

Для поддержания здоровья и профессиональной надежности врачей хирургических специальностей, работающих в условиях суточных дежурств, необходимы профилактические меры, в том числе — улучшение гигиены сна, в целях предупреждения развития неблагоприятных изменений в функционировании организма, сохранения работоспособности и продления профессионального долголетия.

## Литература

1. *Akerstedt, T.* Sleep as restitution: an introduction / T. Akerstedt, P.M. Nilsson // *J. Int. Med.* — 2003. — Vol. 254, № 1. — P. 6–12.
2. Daily sleep, weekly working hours, and risk of work-related injury: US National Health Interview Survey (2004–2008) / D.A. Lombardi [et al.] // *Chronobiol. Int.* — 2010. — Vol. 27, № 5. — P. 1013–1030.

3. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [Електронний ресурс]: державні санітарні норми та правила: затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України 08.04.2014 № 248. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>. — Дата доступу: 10.11.2020.

4. Особенности функционирования системы кровообращения у хирургов, что работают за графиком добових чергувань / Н. А. Бобко [та інш.] // Медик столиці. — 2016. — № 7–8 (149). — С. 10–11.

5. *Войтенко, В. П.* Здоровье здоровых: Введ. в санологию / В. П. Войтенко. — Киев: Здоров'я, 1991. — 245 с.

Поступила 02.11.2020

## **ФИЗИОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ЗАЩИТНЫХ СВОЙСТВ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОТ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ ПРОМЫШЛЕННОЙ ЧАСТОТЫ, ИЗГОТОВЛЕННЫХ ИЗ РАЗЛИЧНЫХ МАТЕРИАЛОВ**

*Бурмистрова О. В., [olgaburmist@inbox.ru](mailto:olgaburmist@inbox.ru),  
Коньшина Т. А., [konshina@irioh.ru](mailto:konshina@irioh.ru)*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова», г. Москва, Россия

Основным производственным фактором, неблагоприятно воздействующим на здоровье человека при обслуживании и эксплуатации электросетевых объектов, являются электрическое и магнитное поля промышленной частоты (далее — ЭП и МП ПЧ). Источниками ЭП и МП ПЧ могут быть элементы токоведущих систем высокого напряжения, вблизи которых возможно превышение предельно допустимых уровней (далее — ПДУ) неблагоприятного фактора. Применение средств индивидуальной защиты (далее — СИЗ) при превышении ПДУ ЭП ПЧ (5 кВ/м [1]) позволяет персоналу осуществлять работы на потенциале земли вблизи воздушных линий электропередачи, высоковольтного оборудования открытых распределительных устройств (далее — ОРУ), на контактной сети переменного тока железных дорог, а также на высоте без снятия напряжения.

СИЗ от ЭП ПЧ, используемые в летний период, представляют собой экранирующую одежду со средством защиты головы (электропроводящим накусником), средства защиты рук (электропроводящие перчатки) и средства защиты ног (электропроводящую обувь). За счет электропроводящих свойств материалов и электрического соединения элементов СИЗ приобретают экранирующие свойства, выражающиеся в ослаблении уровня внешнего ЭП ПЧ, и свойства шунтирования токов наведенного напряжения. Однако эксплуатация защитных экранирующих комплектов осложняется их большим весом из-за наличия материалов, содержащих электропроводящие нити, и пакетов материалов, применяемых для защиты от общих производственных загрязнений, механических воздействий и для придания масло- и водоотталкивающих свойств. В связи с этим важно оценивать не только защитные свойства экранирующих комплектов, но и проводить физиолого-гигиеническую оценку теплового состояния человека при их эксплуатации.

Целью работы являлась оценка защитных свойств и физиолого-гигиеническая оценка двух комплектов СИЗ от ЭП ПЧ, изготовленных из различных материалов, для разработки регламента работ в условиях нагревающего микроклимата. Экранирующая одежда комплекта № 1 изготовлена из двухсторонней (биверной) ткани, внешняя сторона которой изготовлена на основе метарамида (огнестойкая), а внутренняя — металлизированная (электропроводящая). Кроме того, в костюме предусмотрена хлопчатобумажная (х/б) подкладка. Материал для изготовления экранирующей одежды комплекта № 2 представляет собой биверную ткань с внешним металлизированным и внутренним х/б слоем.

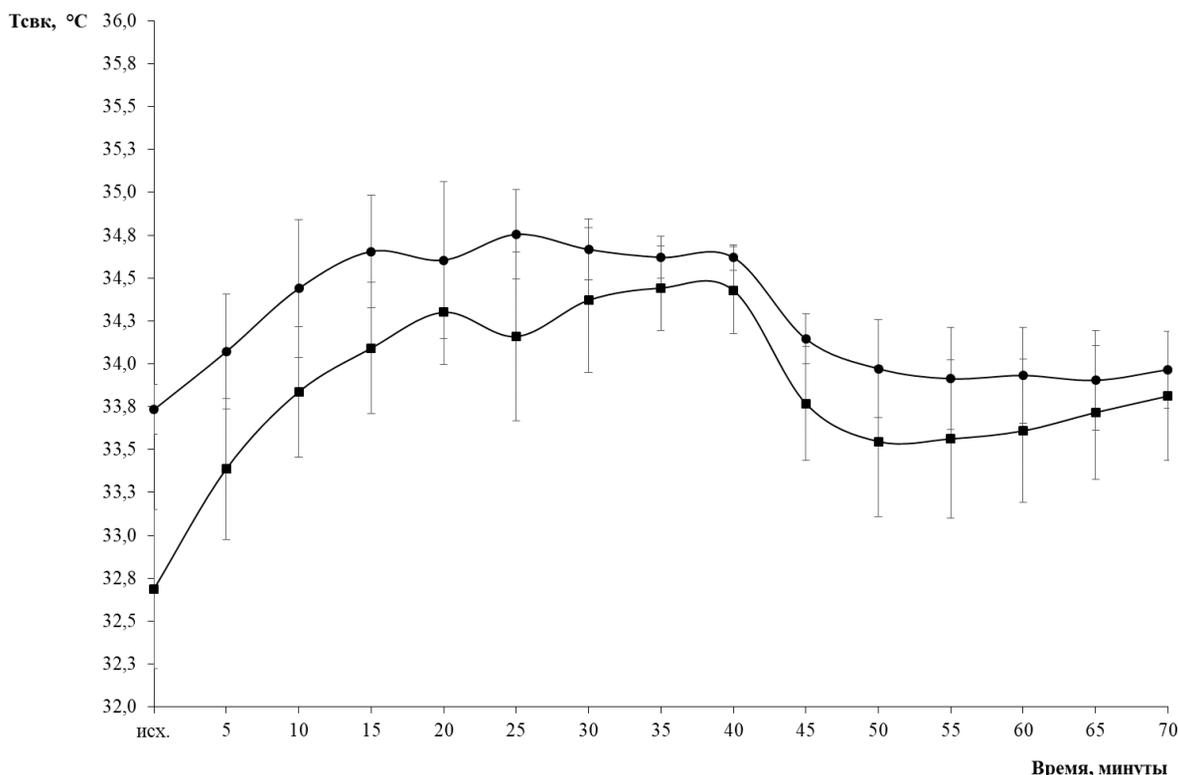
Оценка защитных характеристик (коэффициента экранирования КЕ, дБ) двух комплектов СИЗ от ЭП ПЧ (куртка и брюки) проводилась по методике [2] на наземных рабочих местах персонала ОРУ подстанции. Вблизи высоковольтного оборудования ОРУ были выбраны три точки, в которых сначала были измерены фоновые значения напряженности ЭП ПЧ в области торса диэлектрического манекена, имитирующего тело человека, которые составили 14,72, 16,80 и 19,46 кВ/м в трех точках соответственно. Затем были измерены уровни ЭП ПЧ внутри одетого в СИЗ манекена и рассчитаны

коэффициенты экранирования для каждой из трех точек. Итоговые коэффициенты экранирования образцов СИЗ находились путем усреднения полученных КЕ для трех точек в виде  $M \pm m$  и составили для образца № 1  $66,77 \pm 0,90$  дБ и образца № 2  $61,31 \pm 0,64$  дБ.

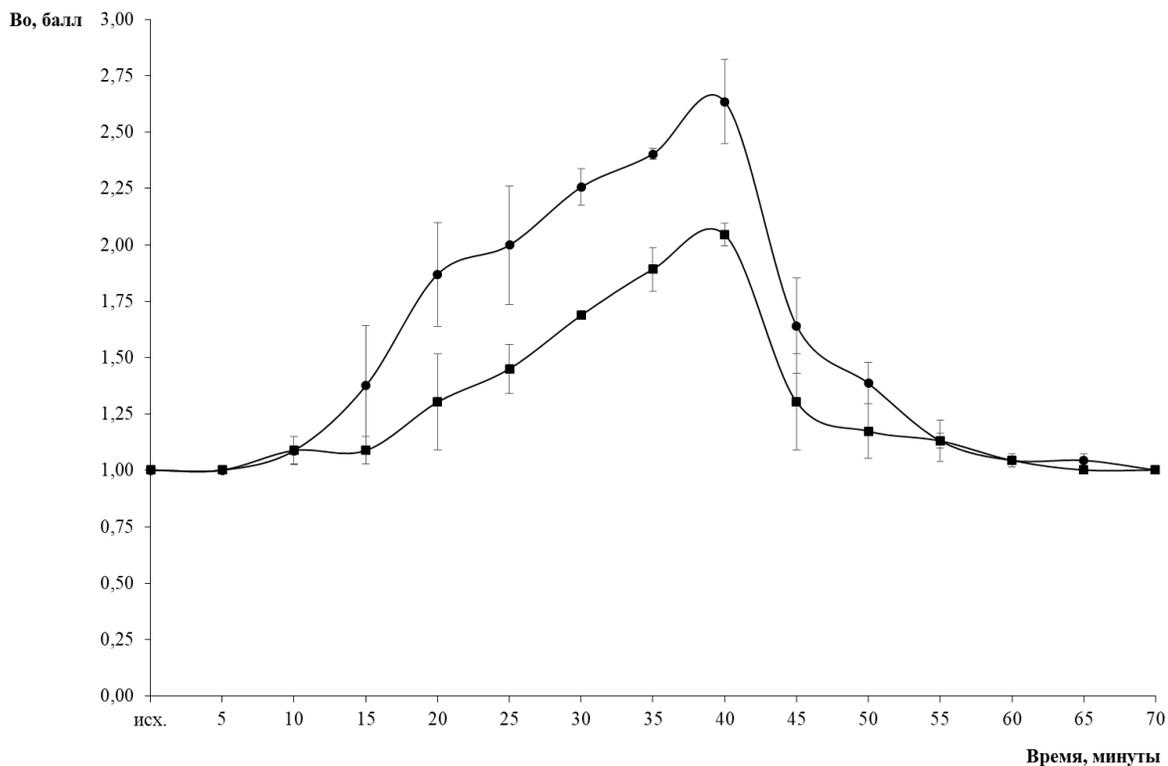
Физиолого-гигиеническая оценка защитных экранирующих комплектов проводилась в микроклиматической камере ФГБНУ «НИИ МТ» при температуре воздуха  $29,98 \pm 0,03$  °С, относительной влажности воздуха  $35,11 \pm 0,95$  % и подвижности воздуха  $0,15$  м/с [1], [3]. Испытуемые, одетые в защитные экранирующие комплекты (вес образца № 1 –  $5965,5 \pm 109,96$  г, образца № 2 –  $5152 \pm 110,31$  г), сначала 40 минут выполняли физическую работу категории Па (энерготраты  $113$  Вт/м<sup>2</sup>), а затем в течение 30 минут находились в покое в положении «сидя» в помещении с комфортным микроклиматом при температуре воздуха  $22,0 \pm 1,0$  °С.

Перед физической нагрузкой и в течение последующих 70 минут, включая период восстановления, у испытуемых регистрировались следующие параметры: температура кожи на 11 участках поверхности тела, температура внутренней поверхности одежды, частота сердечных сокращений (далее – ЧСС), температура тела в слуховом проходе, баллы тепло- и влагоощущений; рассчитывались значения средневзвешенной температуры кожи, средней температуры тела и изменения теплосодержания. Влагопотери определялись по изменению веса обнаженных испытуемых до и после исследований.

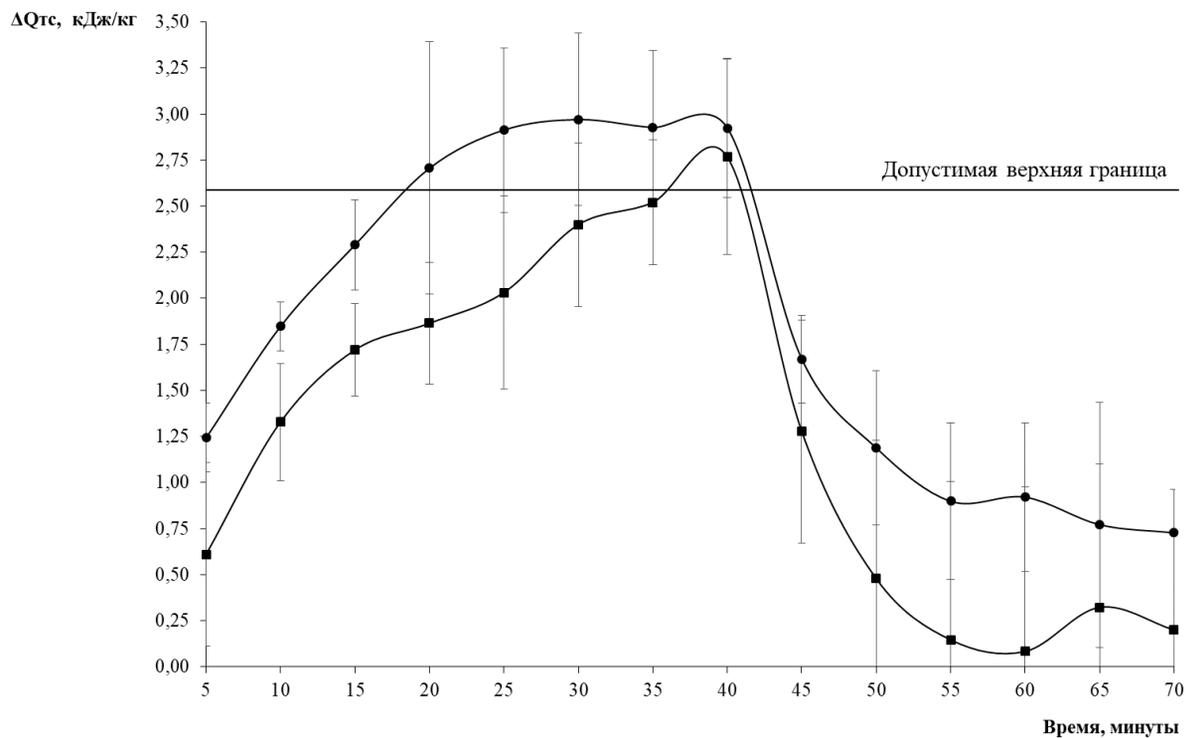
Изменения средневзвешенной температуры кожи (далее –  $T_{свк}$ , °С), балла влагоощущений (далее –  $Vo$ ) и теплосодержания ( $\Delta Q_{тс}$ , кДж/кг) у испытуемых при выполнении физической нагрузки в СИЗ от ЭП ПЧ и в период восстановления представлены на рисунках 1, 2 и 3 соответственно. На 40-й минуте физической нагрузки при эксплуатации образца № 1 величина накопления тепла в организме (интегральный биологический показатель термической нагрузки среды на человека) у испытуемых составляла  $\Delta Q_{тс} = 3,05 \pm 0,21$  кДж/кг, величина балла влагоощущений (субъективный показатель) составляла  $2,63 \pm 0,16$ , ЧСС –  $100,50 \pm 8,84$  уд/мин и величина приращения температуры тела в слуховом проходе  $\Delta T_{уш} = 0,60 \pm 0,14$  °С, а при эксплуатации образца № 2 –  $\Delta Q_{тс} = 2,77 \pm 0,53$  кДж/кг,  $Vo = 2,04 \pm 0,05$  баллов, ЧСС =  $96 \pm 3,54$  уд/мин и  $\Delta T_{уш} = 0,45 \pm 0,04$  °С соответственно. Влагопотери испытуемых при использовании образца № 1 составляли  $275 \pm 53,03$  г, образца № 2 –  $225 \pm 53,03$  г.



**Рисунок 1. — Динамика средневзвешенной температуры кожи у испытуемых при выполнении физической нагрузки в СИЗ от ЭП ПЧ и в период восстановления (● — образец № 1; ■ — образец № 2)**



**Рисунок 2. —** Динамика влагоощущения у испытуемых при выполнении физической нагрузки в СИЗ от ЭП ПЧ и в период восстановления (● — образец № 1; ■ — образец № 2)



**Рисунок 3. —** Динамика накопления тепла в организме у испытуемых при выполнении физической нагрузки в СИЗ от ЭП ПЧ и в период восстановления (● — образец № 1; ■ — образец № 2)

Во время использования образца № 1 величина накопления тепла в организме у испытуемых достигала верхней допустимой границы (2,6 кДж/кг [3]) на 20-й минуте выполнения физических нагрузок, а образца № 2 — на 40-й минуте. При достижении верхней границы допустимого теплового состояния у человека может наблюдаться снижение работоспособности, проявляющееся в виде снижения выносливости мышц кистей к статической нагрузке до 10 %, а также удлинения латентного периода простой зрительно-моторной реакции до 7 %.

Поскольку коэффициент экранирования должен быть не менее 60 дБ, по результатам оценки защитных свойств СИЗ оба образца соответствуют предъявляемым требованиям [2]. Хотя различия между коэффициентами экранирования двух образцов СИЗ минимальны, образец № 1 все же обладает лучшими защитными свойствами.

Полученные данные по показателям теплового состояния человека при эксплуатации СИЗ от ЭП ПЧ при конкретных условиях свидетельствуют о том, что образец № 1 вносит больший вклад в термическую нагрузку среды, чем образец № 2. Такие результаты могут быть связаны как с большим весом образца № 1, так и с большей его теплоизоляцией, обусловленной наличием дополнительного слоя (х/б подкладка) в экранирующей одежде

Таким образом, с точки зрения наименьшего напряжения реакций терморегуляции предпочтительным является использование образца СИЗ от ЭП ПЧ № 2, хотя данный образец несколько уступает в защитных экранирующих свойствах образцу № 1. При заданных условиях (физическая работа с энерготратами 113 Вт/м<sup>2</sup> при температуре 29,98 ± 0,03 °С и влажности воздуха 35,11 ± 0,95 %) образец № 1 обеспечивает показатели теплового состояния человека в течение 20 минут, а образец № 2 — в течение 40 минут, соответствующие предельно-допустимым на период не более 3 часов за рабочую смену [3]. Оба образца защитных экранирующих комплектов от ЭП ПЧ рекомендуется использовать на открытой территории в летний период года при температуре воздуха 30 °С и выше с соблюдением режима отдыха при соответствии требованиям [2, 4, 5].

## Литература

1. СанПиН 2.2.4.3359–16. Санитарно-эпидемиологические требования к физическим факторам на рабочих местах [Электронный ресурс]: санитар правила и нормы: утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Рос. Федерации 21.06.2016, № 81. — Режим доступа: <https://files.stroyinf.ru/Data2/1/4293753/4293753139.pdf>. — Дата доступа: 10.11.2020.
2. ГОСТ 12.4.172–2019. Средства индивидуальной защиты от электрических полей промышленной частоты. Комплекты индивидуальные экранирующие. — Введ. 2020–09–01. — М. : Стандартинформ, 2019. — 37 с.
3. МУК 4.3.1895–04. Оценка теплового состояния человека с целью обоснования гигиенических требований к микроклимату рабочих мест и мерам профилактики охлаждения и перегревания: метод указания. — М. : Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. — 20 с.
4. ТР ТС 019/2011. О безопасности средств индивидуальной защиты [Электронный ресурс]: техн. регламент Таможенного союза: принят решением комиссией Таможенного союза ЕврАзЭС 9 дек. 2011 г. № 878. — Режим доступа: <http://www.sert-info.ru/images/TP%20TS%20SIZ.pdf>. — Дата доступа: 10.11.2020.
5. ГОСТ 12.4.283–2019. Средства индивидуальной защиты от электрических полей промышленной частоты и поражения электрическим током. Комплекты индивидуальные шунтирующие экранирующие. — Введ. 2020–09–01. — М. : Стандартинформ, 2019. — 19 с.

Поступила 06.11.2020

# ОЦЕНКА АПРИОРНОГО И АПОСТЕРИОРНОГО РИСКА РАЗВИТИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ЗАБОЛЕВАНИЯ У РАБОТНИКОВ СТЕКЛОВОЛОКНА

*Валеева Э.Т., д. м. н., доцент, oozr@mail.ru,  
Каримова Л.К., д. м. н., профессор, oozr@mail.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Устойчивое развитие предприятий по выпуску непрерывного стекловолокна, высокие показатели профессиональной заболеваемости, увеличение численности работников, занятых в этих производствах, определяют необходимость разработки научно обоснованных методических подходов к оценке и управлению риском нарушения здоровья работников данных производств.

Стекловолокна представляют собой потенциальную опасность для человека. Основными характеристиками, определяющими эффект воздействия стекловолокон, являются: размер, устойчивость волокон к воздействию биологических сред (биоперсистенция) и доза. Длинные и тонкие волокна обладают наибольшим потенциалом неблагоприятного воздействия. В зависимости от концентрации и выполняемой работы у работников может наблюдаться раздражение кожи, глаз, верхних и нижних дыхательных путей. Наиболее часто встречается раздражение кожи, которое вызвано механическим травмированием кожи волокнами диаметром более 4–5 мм.

Имеются сведения, которые указывают на то, что стеклянные волокна, возможно, канцерогенны для человека [1]. Установлен повышенный риск развития профессиональных заболеваний кожи у работников производства стекловолокна, где имеет место комбинированное воздействие стекловолокна с веществами, обладающими канцерогенными свойствами [2, 3]. Данные, полученные учеными Республики Беларусь, также свидетельствуют о групповой профессиональной заболеваемости раком кожи у операторов, работающих на производстве текстильного стекловолокна. Установлена закономерность формирования рака кожи через промежуточные стадии контактного дерматита, гиперпигментации и ограниченного гиперкератоза [4].

Аналогичные результаты получены сотрудниками ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» при обследовании работников производства непрерывного стекловолокна. У работников указанного производства на протяжении 25 лет ежегодно выявлялись профессиональные новообразования кожи (гиперкератозы и рак кожи). На учете в консультативно-поликлиническом отделении клиники ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» состоят 97 человек с профессиональными новообразованиями кожи в виде гиперкератозов и злокачественных новообразований кожи. При этом в отдельные годы уровень профессиональной заболеваемости колебался от 7,2 до 92,4%. Уровень профзаболеваемости, рассчитанный для оператора получения непрерывного стекловолокна, являющегося основной профессиональной группой в производстве, составил от 101,0 до 506,3%, что соответствует высокому уровню профессионального риска. Несмотря на техническое перевооружение предприятия, условия труда работников на сегодняшний день не являются безопасными, ежегодно регистрируются новые случаи профессиональных заболеваний [5].

Оператор получения непрерывного стекловолокна является основной профессией в производстве, в обязанности которого входит осуществление контроля за ходом технологического процесса, регулировки режимов работы сосудов и питателей, замазливающего устройства и вытягивающих механизмов. Кроме того, при необходимости производит наладку и осуществляет заправку элементарных волокон при их обрыве.

Занятость на рабочем месте оператора составляет около 90%. Технологические операции в зоне обслуживания агрегатов в течение всей смены выполняются в высоком темпе вручную, стоя и в неудобной рабочей позе.

На организм работников производства непрерывного стекловолокна воздействует комплекс вредных веществ, входящих в состав замазливателей, пыль стеклянного волокна, шум и нагревающий микроклимат.

В воздухе рабочей зоны присутствуют вещества 2–3 класса опасности с различными особенностями воздействия на организм. Интенсивность загрязнения воздуха рабочей зоны операторов

как по максимальным разовым, так и среднесменным концентрациям может быть оценена как допустимая (класс 2), поскольку концентрации всех контролируемых вредных веществ не превышали соответствующих ПДК.

Максимальное содержание мелкодисперсной пыли стекловолокна в воздухе рабочей зоны в среднем находилось в пределах  $2,7 \pm 0,9$  мг/м<sup>3</sup> (ПДК — 4,0 мг/м<sup>3</sup>). При выполнении отдельных операций технологического процесса получения стекловолокна имело место кратковременное превышение максимальной разовой концентрации в 1,1–1,4 раза. Среднесменная концентрация пыли стекловолокна не превышала установленных гигиенических нормативов и соответствовала уровню  $0,7 \pm 0,2$  мг/м<sup>3</sup>, что дало основание оценить условия труда по аэрозолю преимущественно фиброгенного действия (АПФД) (пыль стекловолокна) как допустимые (класс 2).

Оператор при нахождении у стеклоплавильных сосудов с целью визуального контроля за технологическим процессом подвергался воздействию неблагоприятного микроклимата — повышенной температуры воздуха и теплового излучения. Рассчитанная среднесменная величина ТНС-индекса превышала предельно допустимый уровень для категории работ I б на 0,5–1,1 °С (класс 3.2). Среднесменное значение интенсивности теплового излучения составила  $198 \pm 22$  Вт/м<sup>2</sup>, что характеризовало труд оператора по тепловому облучению как вредный (класс 3.1). Общая оценка условий труда оператора по воздействию неблагоприятного микроклимата соответствовала 2 степени 3 класса вредности (класс 3.2).

К числу вредных факторов рабочей среды производства непрерывного стекловолокна следует отнести шум. Шум по характеру спектра относился к широкополосному, по временным характеристикам — постоянному. Наиболее интенсивный шум зарегистрирован у электропечей, его уровень достигал  $89 \pm 3$  дБА. Эквивалентный скорректированный уровень звука за рабочую смену оператора составил  $86 \pm 1$  дБА, значение которого превышало установленный предельно допустимый уровень на 6 дБА (класс 3.2).

Трудовой процесс операторов по тяжести оценен как третий класс первой степени вредности (пребывание в неудобной позе (более 25 %) и стоя до 80 % времени смены (класс 3.1)). Труд операторов по напряженности отнесен к допустимому классу (класс 2).

Общая оценка условий труда операторов получения непрерывного стекловолокна соответствовала третьей степени третьего класса вредности (класс 3.3).

При невысоком априорном риске для каждого из отдельно взятых факторов рабочей среды на фоне постоянного загрязнения замасливателями, в состав которых входят канцерогенные вещества, и микротравматизации кожных покровов пылью стекловолокна создаются предпосылки для формирования у работников получения непрерывного стекловолокна высокого апостериорного риска.

Оценка апостериорного риска проведена на основе следующих медико-биологических показателей: интенсивного показателя профзаболеваемости, индекса профзаболеваний ( $I_{пз}$ ), представляющего собой обратную величину категории риска ( $K_p$ ) и категории тяжести ( $K_T$ ) профессиональных заболеваний, рассчитываемого по формуле (1):

$$I_{пз} = \frac{1}{K_p \times K_T}, \quad (1)$$

где  $K_p$  — категория риска ПЗ;  
 $K_T$  — категория тяжести ПЗ.

Значения индекса  $I_{пз}$  лежат в пределах от 0 до 1. При многократных воздействиях и риске развития нескольких профессиональных заболеваний их индексы суммируются.

Уровень профессиональной заболеваемости в производстве непрерывного стекловолокна в течение периода наблюдения (25 лет) существенно колебался (от 7,2 до 92,4 %). Несмотря на снижение показателей профессиональной заболеваемости на предприятии в целом после реконструкции (11,8–40,0 %) уровень профзаболеваемости, рассчитанный на конкретную профессию «оператор получения непрерывного стекловолокна», составил от 101,0 до 506,3 %, что соответствует высокому уровню профессионального риска. Профессиональные заболевания представлены в основном гипертонозами и раком кожи. У отдельных работников диагностировано сразу два профессиональных злокачественных новообразования: рак кожи и рак легкого.

В возрастной структуре профессиональных больных преобладали лица в возрасте 50–59 лет. Профессиональные новообразования кожи диагностированы в основном у работников со стажем

работы свыше 10 лет (в среднем  $12,6 \pm 2,4$  года). Период трансформации ограниченных гиперкератозов в рак кожи составлял в среднем 5–8 лет.

На риск развития профессиональных новообразований кожи у операторов влияли такие факторы, как интенсивность и продолжительность действия канцерогенов, индивидуальные особенности организма.

У большинства больных зарегистрированы I и II стадии рака. На I стадии заболевания диаметр очагов был не более 2 см, новообразования распространялись только на эпидермис и дерму, опухоль была безболезненна, метастазы не выявлялись. Рак кожи II стадии характеризовался разрастанием очага поражения до диаметра более 2 см; прорастанием во все слои кожи без распространения на соседние ткани и появлением в лимфатических узлах единичных региональных метастазов. Течение рака кожи характеризовалось быстрым прогрессирующим даже после иссечения малигнизированных участков кожи и проведения лучевой терапии. В 12 % случаев у больных произведена частичная или полная ампутация кисти, а в 4 % — ампутация верхней конечности на уровне локтя. Работникам с диагнозом профессиональный рак кожи (25 человек) установлена II и III группа инвалидности по профессиональному заболеванию.

В таблице 1 представлены категории профессионального риска у работников производства непрерывного стекловолокна.

Таблица 1. — Категории профессионального риска у работников производства стекловолокна в зависимости от индекса профессиональной заболеваемости (Ипз)

Производство, профессиональная группа	Нозологическая форма	$K_p$	$K_t$	Индекс ПЗ	Категория риска
Стекловолокна: операторы	Ограниченный гиперкератоз	1	2	0,5	Очень высокий
	Рак кожи	1	1	1,0	Очень высокий
	Рак легких	2	1	0,5	Очень высокий
Примечания: 1) $K_p$ и $K_t$ — категории риска и тяжести профзаболеваний; 2) индекс ПЗ — индекс профзаболеваний.					

Высокие риски развития новообразований кожи у работников производства непрерывного стекловолокна диктуют необходимость разработки и внедрения профилактических мероприятий, направленных на снижение риска развития профессиональных заболеваний. Общие принципы профилактики новообразований у работников производства непрерывного стекловолокна должны включать следующие направления: организационно-технические мероприятия: разработка новых технологических процессов, включающих автоматизацию производства, реконструкция действующих предприятий, ограничение контакта работников и/или снижение интенсивности воздействия канцерогенных факторов, применение современных коллективных и индивидуальных мер защиты; социально-гигиенический мониторинг за содержанием канцерогенных веществ в воздухе рабочей зоны, состоянием здоровья работников канцерогеноопасных производств; санитарно-гигиеническая паспортизация канцерогеноопасных организаций с указанием данных о наличии и содержании канцерогенных веществ в сырье, готовой продукции; лечебно-профилактические мероприятия:

- медицинские осмотры работников в целях совершенствования профессионального отбора, прогнозирования рисков развития профессиональных новообразований и формирования групп высокого риска их развития;

- мониторинг за состоянием здоровья работников производства с формированием групп «риска» для последующего диспансерного наблюдения;

- информирование работников и работодателей о возможных канцерогенных рисках;

- пропаганда здорового образа жизни;

- разработка принципов лечебно-профилактического питания, снижающего риски развития злокачественных новообразований;

- особое внимание должно уделяться медицинским осмотрам работников тех производств, где имелись случаи развития профессиональных новообразований в контактном, постконтактном периоде.

## Литература

1. Classification of man-made vitreous fibres: Comments on the revaluation by an IARC working group / P. Wardenbach [et al.] // Regul. Toxicol. Pharmacol. — 2005. — Vol. 43, iss. 2. — P. 181–193.
2. Occupational irritant contact dermatitis from synthetic mineral fibres according to Finnish statistics / R. Jolanki [et al.] // Contact dermatitis. — 2002. — Vol. 47, iss. 6. — P. 329–333.
3. Health of the respiratory tract and skin of the workers producing glass fiber: cross-sectional study / P. Sripaiboonkij [et al.] // Environ. Health. — 2009. — Vol. 18, iss. 8. — P. 36.
4. Рак кожи у рабочих, занятых в производстве текстильного стекловолокна / О.А. Цыганкова [и др.] // Вестник дерматологии и венерологии. — 1995. — № 6. — С. 36–38.
5. Гигиеническая оценка условий труда и профессионального риска развития новообразований кожи у работников производства искусственных волокон / Э. Т. Валеева [и др.] // Санитарный врач. — 2019. — № 7. — С. 55–62.

Поступила 26.10.2020

## ОЦЕНКА ЖИЗНЕСТОЙКОСТИ И МОТИВАЦИИ К ЗДОРОВЬЮ И ЗДОРОВОМУ ОБРАЗУ ЖИЗНИ РАБОТНИЦ ПРОМЫШЛЕННЫХ ПРЕДПРИЯТИЙ

*Васильева Т.Н., к. б. н., tatiana.vasilvas@yandex.ru,  
Некрасова М.М., к. б. н., доцент, nmarya@yandex.ru,  
Скворцова В.А., bba1995@mail.ru,  
Телюпина В.П., telyupina.v@mail.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Россия

Современный мир эпохи цифровой экономики сопровождается внедрением инновационных технологий, изменением социально-экономических условий жизнедеятельности, ростом количества жизнеопасных ситуаций, включая эпидемиологические угрозы, что требует от человека мобилизации личностных ресурсов для преодоления неблагоприятных стрессовых ситуаций или жизнестойкости.

Исследователи определяют жизнестойкость как: 1) особое сочетание установок и навыков, нацеленное на превращение проблемных ситуаций в новые возможности; 2) систему убеждений о себе, о мире, об отношениях с миром; 3) интегральную способность, которая отвечает за адаптацию личности; 4) трансформацию стрессогенных обстоятельств в жизненный опыт; 5) проживание стрессовой ситуации, сохраняя внутреннюю сбалансированность, не снижая успешность деятельности и др. Субъективно жизнестойкость воспринимается человеком как удовлетворенность собственной жизнью, проявляется активным долголетием, стрессоустойчивостью, адаптивностью, саморегуляцией, преодолением личностных и профессиональных кризисов [1–3].

По мнению Э.В. Зеера (2015), предиктом, лежащим в основе жизнестойкости, является активность личности, ее самосохранение (гармонизация внутреннего психического развития и внешних условий жизни), включая технологии профессионального самосохранения (управление конфликтами, самоменеджмент, противодействие манипуляциям, доминирующие мысли об успехе). Жизнестойкость приобретает решающее значение в зрелом возрасте, в котором складывается социально-профессиональный статус личности, и необходима для нейтрализации негативного влияния на организм работающих производственных стресс-факторов (межличностных конфликтов, стрессовых ситуаций, манипуляций, эмоционального насилия на рабочем месте — моббинга и т. п.). Профессиональное самосохранение невозможно без здорового образа жизни (далее — ЗОЖ), составляющими которого являются: позитивное мышление, поддержка физической активности, навыки саморегуляции эмоций, разрядка стресс-ситуаций и др. Поэтому мотивация стажированных работников на ЗОЖ и поддержание хорошего физического состояния является залогом профессионального долголетия и психологического благополучия [1].

Исследования жизнестойкости и отношения к ЗОЖ женщин рабочих специальностей немногочисленны. С учетом значительной доли занятости женщин в промышленности (по данным Росстата около 30%) актуальность исследования не вызывает сомнения.

Целью данного исследования является оценка жизнестойкости и уровня мотивации на сохранение здоровья и ЗОЖ у работниц промышленных предприятий.

В рамках периодического медицинского осмотра проведена психодиагностика жизнестойкости и мотивации на здоровье и ЗОЖ работниц промышленных предприятий г. Нижнего Новгорода и Нижегородской области с помощью бланковых методик: «Теста жизнестойкости» и «Индекса мотивации к здоровью и здоровому образу жизни».

«Тест жизнестойкости» включает 45 утверждений, на каждое из которых испытуемый может выбрать один из 4 вариантов ответов: «нет», «скорее нет, чем да», «скорее да, чем нет» и «да». С помощью ключа подсчитываются значения для каждого из 3 компонентов или субшкал «Вовлеченность», «Контроль», «Принятия риска». Показатель «Жизнестойкость» представляет собой сумму значений показателей трех шкал.

Анализ результатов психодиагностики жизнестойкости оценивается по сравнению с тестовыми нормами [2].

Методика «Индекс мотивации к здоровью и здоровому образу жизни», состоящая из двух частей, позволяет выявить значимость и силу проявления (интенсивность) субъективного отношения к здоровью и ЗОЖ.

Первая часть методики — «Значимость (доминантность) отношения к здоровью в Вашей жизни». Испытуемому предлагается проранжировать 7 жизненных ценностей от наиболее важной (цифра 1) до наименее важной (цифра 7). Первой ценности из трех, которые были выбраны в качестве наиболее важных, присваивается первый ранг, второй — второй, третьей — третий. Первой ценности из трех, которые были названы в качестве наименее важных, присваивается седьмой ранг, второй — шестой, третьей — пятый. Ценности, не вошедшей ни в первую, ни во вторую группу, присваивается четвертый ранг. Ранг ценности «Здоровье, здоровый образ жизни» является окончательным показателем.

Если такая ценность, как «здоровье, здоровый образ жизни», получила у испытуемого первый или второй ранг, то его отношение к здоровью является высокодоминантным (значимым); если третий, четвертый или пятый ранг — оно характеризуется средней доминантностью; если шестой или седьмой — ему свойственна низкая доминантность отношений к здоровью.

Вторая часть методики «Отношение к здоровью и ЗОЖ» включает 24 пары альтернативных высказываний. Испытуемому из двух высказываний (А и Б) нужно отдать предпочтение тому из них, которое больше соответствует его мнению, тому, что он чувствует, думает в определенных ситуациях, как он обычно себя в них ведет. Он может выбрать или вариант А, или вариант Б, или поставить стрелку в сторону одного из вариантов («скорее А, чем Б» и «скорее Б, чем А»).

С помощью «ключа» подсчитывается сумма баллов по 4 шкалам — «Эмоциональной», «Познавательной», «Практической» и «Шкале поступков». Общая сумма баллов является показателем «Интенсивности» (силы проявления) субъективного отношения к здоровью и ЗОЖ.

Итоговые показатели получаются путем нахождения среднего арифметического числа баллов по шкалам и тесту в целом по двум частям.

Статистическая обработка полученных данных психодиагностики изучаемых показателей проведена с использованием традиционных методов вариационной статистики. С помощью программы «Медицинская статистика» (<http://medstatistic.ru/calculators/calccodds.html>) рассчитывался коэффициент корреляции Спирмана.

В исследовании принимала участие 101 работница (маляры, монтажники, контролеры, аппаратчики, рабочие и т.д.) в возрасте от 27 до 69 лет ( $47,6 \pm 0,97$ ) и с общим стажем работы от 6 до 45 лет ( $27,6 \pm 1,0$ ).

Результаты оценки испытуемыми предпочтения 7 жизненных ценностей продемонстрировали, что для большинства испытуемых (90 %) жизненная ценность «Здоровье» занимает 1 место (1 ранг), т. е. является значимой. 10 % работниц поставили «Здоровье» на 3 или 4 место (3–4 ранг), их выбор расценивается как менее значимый.

В таблице 1 представлены результаты психодиагностики изучаемых показателей жизнестойкости и отношения к здоровью и ЗОЖ работниц и уровни тестовых норм.

Анализ полученных результатов психодиагностики изучаемых показателей предусматривал, что у работниц компоненты жизнестойкости и мотивация к здоровью и ЗОЖ соответствуют уровню тестовой нормы. Полученные нами данные свидетельствуют о наличии твердой системы убеждений испытуемых о себе, о мире, об отношениях с миром. Эти убеждения в целом могут препятствовать возникновению внутреннего напряжения в стрессовых ситуациях за счет стойкого совладания со стрессами (их преодоления) и восприятия напряженных стресс-ситуаций как менее значимых.

Таблица 1. — Результаты психодиагностики компонентов жизнестойкости и показателей отношения к здоровью и ЗОЖ работниц промышленных предприятий

Изучаемые показатели	Работницы	Уровни тестовых норм
<b>Оценка жизнестойкости</b>		
Вовлеченность	41,1±0,73	37,64±8,08
Контроль	32,1±0,76	29,17±8,43
Принятие риска	17,2±0,55	13,91±4,39
Жизнестойкость	90,4±1,8	82,72±18,53
<b>Отношение к здоровью и ЗОЖ</b>		
Эмоциональная шкала	11,7±0,37	9–12
Познавательная шкала	8,1±0,54	7–8
Практическая шкала	10,0±0,46	7–11
Шкала поступков	7,0±0,44	4–8
Интенсивность	36,7±1,22	24–39

У работниц диагностируется явная мотивация к здоровью и ЗОЖ. В эмоциональной сфере они способны наслаждаться своим отличным самочувствием и чутко реагировать на поступающие от организма сигналы, свободны от отрицательных стереотипов, существующих в обществе по отношению к ЗОЖ.

Испытуемые в познавательном плане могут проявлять интерес к проблеме душевного и физического благополучия, активно искать информацию в книгах, журналах, газетах, любят общаться с другими людьми на данную тему и т. д.

Работницы на практике постигают важность оздоровительных процедур не только для увеличения профессионального долголетия, но и стараются внедрять ЗОЖ в повседневную жизнь своих родных.

Установлены значимые прямые корреляции между компонентами жизнестойкости и величинами показателей «Эмоциональной» и «Практической» шкал теста «Отношение к здоровью и ЗОЖ». Наблюдаются зависимости между «Эмоциональной шкалой» и: «Вовлеченностью» ( $r=0,29$ ,  $p=0,006$ ); «Контролем» ( $r=0,27$ ,  $p=0,0013$ ), «Жизнестойкостью» ( $r=0,29$ ,  $p=0,009$ ). Значения «Практической шкалы» коррелируют со шкалами «Вовлеченность» ( $r=0,28$ ,  $p=0,0011$ ), «Контроль» ( $r=0,31$ ,  $p=0,005$ ), «Принятие риска» ( $r=0,36$ ,  $p=0,0009$ ) и интегральным показателем — «Жизнестойкость» ( $r=0,37$ ,  $p=0,005$ ).

Полученные связи между показателями жизнестойкости и мотивации к здоровью и ЗОЖ подчеркивают взаимообусловленность профессионального самосохранения личности средствами поддержки ЗОЖ.

Таким образом, у работниц наряду с признанием своего здоровья как предпочитаемой жизненной ценности, диагностируется адекватная мотивация на ведение ЗОЖ, которая проявляется удовольствием от собственной деятельности (субъективное проявление жизнестойкости), направленной на заботу о сохранении хорошего самочувствия.

## Литература

1. Зеер, Э. Ф. Социально-психологические аспекты жизнеспособности и формирования жизнестойкости человека / Э. Ф. Зеер // Педагогическое образование в России. — 2015. — № 8. — С. 69–76.
2. Леонтьев, Д. А. Тест жизнестойкости / Д. А. Леонтьев, Е. И. Рассказова. — М. : Смысл, 2006. — 63 с.
3. Никитина, Е. В. Феномен жизнестойкости: концепция, современные взгляды и исследования / Е. В. Никитина // Academy. — 2017. — № 4 (19). — С. 100–103.

Поступила 28.10.2020

## РОЛЬ ГЕМОДИНАМИЧЕСКИХ НАРУШЕНИЙ В РАЗВИТИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПОТЕРИ СЛУХА У РАБОТНИКОВ ДОБЫЧИ НЕФТИ

<sup>1</sup>Волгарева А. Д., к. м. н., *ad-volgareva@yandex.ru*,

<sup>1,2</sup>Шайхлисламова Э. Р., к. м. н., доцент, *shajkh.ehlmira@yandex.ru*,

<sup>1</sup>Гимранова Г. Г., д. м. н., *gala.gim@mail.ru*,

<sup>1</sup>Газизова Н. Р., *nelli.ga012@gmail.com*,

<sup>1</sup>Сагадиева Р. Ф., *reg.med91@mail.ru*,

<sup>1</sup>Маликова А. И., *malikova.albina07021989@yandex.ru*

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа, Россия

Одно из ведущих мест среди отраслей экономики, определяющих уровень научно-технического прогресса страны, занимает нефтедобывающая промышленность. На предприятиях добычи нефти имеется большое число объектов, где установлено оборудование, генерирующее шум и вибрацию. Производственный шум является значимым фактором профессионального риска для ряда профессий данной отрасли. Превышение предельно допустимых уровней шума и вибрации в сочетании с другими вредными факторами производственной среды способствует развитию специфических изменений в слуховом анализаторе. Ответная реакция организма человека на любые негативные воздействия реализуется через сосудистую систему. Эпидемиологически связь между профессиональным воздействием шума и развитием артериальной гипертензии подтверждается многочисленными исследованиями [1–4].

Вышеизложенное определяет необходимость обследования состояния сердечно-сосудистой системы у лиц, подвергающихся воздействию шума и выявления доклинических признаков поражения внутреннего уха на этапах периодического медицинского осмотра для своевременного проведения профилактических и лечебно-реабилитационных мероприятий.

Наиболее распространенным методом изучения центральной гемодинамики является исследование сосудов сетчатки и биомикроскопическое изучение микрососудов конъюнктивы глазного яблока. Офтальмодиагностика отражает с высокой степенью достоверности состояние сосудистой системы в целом. Преимуществом изучения гемомикроциркуляции путем биомикроскопии конъюнктивы глазного яблока является доступность, неинвазивность и высокая информативность. Общепринятое исследование сосудов глазного дна при множестве заболеваний дает массу полезной информации, а исследования микроциркуляции в сосудах конъюнктивы дополняют и уточняют эту информацию [5]. В связи с этим нам представлялось целесообразным оценить гемодинамические нарушения у работников нефтедобывающей отрасли экономики в условиях высокой шумовой экспозиции.

Клинико-гигиенические исследования выполнены на крупнейших предприятиях нефтедобычи Республики Башкортостан, где проведен анализ состояния слухового анализатора у 7487 рабочих нефтедобывающей промышленности, занятых в профессиях бурильщика, оператора капитального и подземного ремонта скважин (далее — КРС, ПРС), оператора по добыче нефти и газа (далее — ДНГ), машиниста. Лица со стажем работы до 5 лет составили 15,3 %, от 5 до 10 лет — 19,4 %, от 10 до 15 лет — 32,4 %, больше 15 лет — 32,9 %. Показатели состояния здоровья рабочих основных профессий сравнивали с состоянием здоровья контрольной группы (973 работника инженерно-технического персонала). Для оценки функционального состояния слухового анализатора проведен комплекс клинико-аудиологических исследований, который включал исследование порогов слуховой чувствительности по воздушному и костному проведению на частотах (125–8000 Гц) методом тональной пороговой аудиометрии. По результатам периодических медицинских осмотров 790 человек прошли углубленное обследование в клинике института. Оценку состояния здоровья работников проводили с определением клинико-аудиологических особенностей состояния органа слуха и сердечно-сосудистой системы как критических органов при воздействии шума и вибрации.

Данные о состоянии сосудов глазного дна и системной микрогемодинамики получены при исследовании глазного дна и биомикроскопии конъюнктивы глазного яблока с помощью щелевой

лампы ШЛ-56 в бескрасном свете при увеличении в 60 раз у 120 рабочих и 50 лиц контрольной группы. Данные биомикроскопии оценивались количественно в баллах с учетом сосудистых, внутрисосудистых и внесосудистых расстройств микроциркуляции. Полученные результаты обработаны с использованием стандартных методов вариационной статистики.

Установлено, что комплекс вредных факторов для основных профессий работников, занятых в процессе добычи нефти, практически одинаков и включает производственный шум, вибрацию, тяжесть и напряженность труда. При этом на работников воздействует комплекс неблагоприятных метеорологических условий, степень выраженности которых определяется климатогеографическими особенностями района ведения работ. Общая гигиеническая оценка условий труда находится в пределах классов 3.2–3.4.

Профессиональный риск потери слуха, выявленный в 16,5% случаев, относится к категории риска «выше среднего» (Ипз-0,33). Для сенсоневральных нарушений слуха у работников добычи нефти очень высокая степень профессиональной обусловленности установлена в группе машинистов (RR – 4,2; EF – 76,2%), высокая – операторов КРС, ПРС (RR – 2,8; EF – 64,2%) и бурильщиков (RR – 2,5; EF – 60,0%), средняя – операторов ДНГ (RR – 1,7; EF – 41,2%).

Нами было установлено, что по мере нарастания клинических проявлений сенсоневральной тугоухости возрастает и число лиц с нарушениями со стороны сердечно-сосудистой системы. При углубленном изучении сердечно-сосудистой системы нефтяников в клинике артериальная гипертензия диагностирована в 36,0% случаев: в профессиональных группах бурильщиков и их помощников (41,2%), машинистов (36,4%), операторов КРС, ПРС (39,4%), операторов ДНГ (24,1%). При суточном мониторинге ЭКГ изменения регистрировались у 26,8% нефтяников против 10,0% группы контроля ( $p < 0,05$ ), причем в 11,1% случаев определялись уже в первые пять лет работы, в 37,5% случаев – после 10 лет работы. Нарушения ритма наблюдались преимущественно в ночное время суток и значимо чаще, чем в группе контроля ( $17,9 \pm 3,6\%$  к  $3,3 \pm 3,3\%$ ;  $p < 0,05$ ). У бурильщиков статистически значимо преобладали наджелудочковые экстрасистолы (12,5%,  $p < 0,05$ ), а желудочковые экстрасистолы регистрировались только в группе бурильщиков. Данные холтеровского мониторинга ЭКГ свидетельствовали о том, что воздействие вредных производственных факторов на сердечно-сосудистую систему при нефтедобыче проявляется в виде нарушений ритма по типу суправентрикулярных и желудочковых экстрасистол. При этом в группе бурильщиков и машинистов ЭКГ-изменения регистрировались чаще и имели более выраженный характер.

Частота артериальной гипертензии при стаже работы более 10 лет возрастает у бурильщиков и их помощников, операторов КРС, ПРС, машинистов по сравнению с группой рабочих со стажем до 10 лет ( $p < 0,001$ ).

Высокая частота артериальной гипертензии у рабочих с нарушением слуха подтверждает, что в патогенезе слуховых расстройств значительная роль принадлежит гемодинамическим нарушениям, которые, в свою очередь, могут быть одними из ранних признаков неблагоприятного воздействия на организм производственных факторов.

Наиболее доступным и информативным методом визуального изучения сосудов микроциркуляторного русла является офтальмоскопия ретинальных сосудов и биомикроскопия сосудов конъюнктивы глаза. Из приведенных выше результатов исследования установлено, что у  $83,8 \pm 3,4\%$  обследованных имеются изменения ретинальных сосудов: гипертоническая ангиопатия – у  $47,0 \pm 4,6\%$  рабочих, нередко сочетающаяся с атеросклерозом; сужение артерий сетчатки – у  $41,2 \pm 4,5\%$ , расширение вен – у  $22,7 \pm 3,8\%$  и у  $3 \pm 1,6\%$  – ангиопатия гипотонического типа.

Изучение гемомикроциркуляции конъюнктивы дает больше информации, чем исследования глазного дна. У нефтяников, подвергающихся воздействию шума, количественный индекс (далее – КИ) почти вдвое выше по сравнению со здоровыми лицами –  $14,1 \pm 1,2$  против  $7,8 \pm 1,0\%$  ( $p < 0,001$ ). Еще большие значения КИ характерны для рабочих в возрасте до 40 лет: величина КИ у них превысила таковую у здоровых более чем в два раза –  $12,8 \pm 2,5$  против  $5,8 \pm 0,74$  ( $p < 0,01$ ).

Изменения формы сосудов (далее – СИ) встречаются у нефтяников также чаще, чем у здоровых. СИ у них достоверно выше, соответственно  $9,36$  и  $6,27$  ( $p < 0,01$ ). Из морфологических изменений сосудов бульбарной конъюнктивы наиболее часто наблюдалась неравномерность калибра микрососудов, их извитость и образование микроаневризм. Различия с контрольной группой по всем исследуемым признакам высоко достоверны. Неравномерность сосудов была найдена у всех рабочих в возрасте до 40 лет и у 85–95% лиц старше 40 лет. В подавляющем большинстве случаев имелась извитость капилляров, артериол и венул. В 27,5–55,0% случаев мы находили аневризматические расширения во всех отделах микроциркуляторного русла. Облитерация части микрососудов приво-

дила к образованию обширных бессосудистых полей и зон запустевания капилляров. Довольно значимыми были и внутрисосудистые изменения, т. е. нарушения характера кровотока. Внутрисосудистый индекс (далее — ВС) у обследованных рабочих достоверно превышает ВС у здоровых лиц (соответственно 4,76 и 3,25,  $p < 0,01$ ).

Таким образом, одним из ведущих вредных производственных факторов на предприятиях добычи нефти, не соответствующих санитарным нормам и потенциально способных влиять на общую и профессиональную заболеваемость рабочих, является производственный шум. Профессиональная потеря слуха у рабочих основных профессий отнесена к заболеваниям с уровнем риска «выше среднего», формируется уже в первые 10 лет работы в шуме, причем с увеличением стажа работы ее частота возрастает. Высокий уровень выявленной артериальной гипертензии у рабочих дает основание отмечать это заболевание как фактор, утяжеляющий и способствующий формированию и прогрессированию патологии органа слуха. Функциональные нарушения сердечно-сосудистой системы усугубляют неблагоприятное воздействие шума и являются одним из патогенетических механизмов развития профессиональной тугоухости у работников, занятых добычей нефти. Проведенные исследования будут способствовать адресной разработке системы мер по профилактике заболеваний органа слуха, болезней системы кровообращения и сохранению здоровья рабочих.

### Литература

1. Бухтияров, И.В. Современное состояние и основные направления сохранения и укрепления здоровья работающего населения России / И.В. Бухтияров // Медицина труда и промышленная экология. — 2019. — Т. 59, № 9. — С. 527–532.
2. Панкова, В.Б. Профессиональный риск нарушений слуха на фоне сердечно-сосудистой патологии у работников «шумовых» производств / В.Б. Панкова, Е.А. Преображенская, И.Н. Федина // Вестник оториноларингологии. — 2016. — Т. 81, № 5. — С. 45–49.
3. Оценка риска развития артериальной гипертензии в условиях воздействия шумового и химического факторов производства / И.Н. Федина [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. — 2017. — № 2. — С. 21–26.
4. Панкова, В.Б. Профессиональная нейросенсорная тугоухость: диагностика, профилактика, экспертиза трудоспособности: монография / В.Б. Панкова, И.Н. Федина, А.Д. Волгарева; под общ. ред. Н.А. Дайхеса. — М. : Дашков и К°, 2017. — 329 с.
5. Оценка состояния микроциркуляции методом конъюнктивальной биомикроскопии / В.С. Волков [и др.] // Клиническая медицина. — 1976. — № 7. — С. 115–119.

Поступила 30.10.2020

## РОЛЬ ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ В ФОРМИРОВАНИИ ГРУПП РИСКА ПО РАЗВИТИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Галимова Р.Р., к. м. н., [rasima75@mail.ru](mailto:rasima75@mail.ru),  
Шайхлимова Э.Р., к. м. н., доцент, [shajkh.ehlmira@yandex.ru](mailto:shajkh.ehlmira@yandex.ru),  
Волгарева А.Д., к. м. н., [ad-volgareva@yandex.ru](mailto:ad-volgareva@yandex.ru),  
Чудновец Г.М., [nora-08@list.ru](mailto:nora-08@list.ru)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Одной из основных целей проведения периодических медицинских осмотров является своевременное выявление ранних признаков профессиональных заболеваний, формирование групп риска по их развитию и проведение профилактических и реабилитационных мероприятий, направленных на сохранение здоровья и восстановление трудоспособности работников [1, 2]. Однако ни один нормативно-методический документ не предлагает методику формирования среди работников групп риска развития профессионального заболевания, что в настоящее время препятствует его полноценной реализации при проведении периодических медицинских осмотров [2, 3].

Анализ практики проведения экспертизы связи заболевания с профессией и периодических медицинских осмотров показывает снижение регистрации случаев хронических профессиональных заболеваний и количества лиц, нуждающихся в направлении в Центр профпатологии по результатам периодических медицинских осмотров; установление случаев уже возникших профессиональных заболеваний, а не выявление ранних признаков хронических профессиональных заболеваний для проведения комплекса мероприятий по их профилактике. Одним из способов решения данных вопросов является внедрение адаптированной методики по формированию группы риска по развитию профессиональных заболеваний. Многолетнее динамическое наблюдение за состоянием здоровья работников позволило разработать алгоритмы формирования группы риска по развитию профессиональных заболеваний, связанных с воздействием физических производственных факторов (вибрации и шума) как наиболее распространенных форм на основе периодических медицинских осмотров.

При признаках воздействия вибрации (общей, локальной) врач-специалист при проведении обязательных медицинских осмотров должен акцентировать внимание на следующих клинических симптомах и отклонениях в лабораторных и / или инструментальных методах обследования:

- наличие болевого синдрома; патогномических полинейропатии ощущений в области кистей и / или стоп, приступов побеления/посинения пальцев кистей и / или стоп;
- данных неврологического осмотра: гипалгезия, гипестезия дистальных отделов верхних и / или нижних конечностей; гипергидроз кистей и / или стоп; мраморность окраски кожных покровов кистей и / или стоп; наличие симптома «белого пятна»; наличие пастозности / отечности кистей; положительная проба Боголепова;
- понижение кожной температуры с асимметрией показателей на пальцах (ниже 27 °С), кистей, предплечий/стоп, голеней (ниже 29,6 °С) по данным термометрии кистей/стоп;
- снижение силы и выносливости мышц к физическому усилию ниже 30–50 кг у мужчин и 30–40 кг у женщин по данным динамометрии;
- замедление времени восстановления исходной кожной температуры на кистях (более 20–25 минут) по результатам холодовой пробы (побеление пальцев рук);
- повышение порога вибрационной чувствительности на всех частотах по результатам паллестезиометрии;
- снижение индекса пульсаторного кровенаполнения в сочетании с повышением тонуса артериол и артерий верхних конечностей по результатам реовазографии;
- уменьшение диаметра артериол и артерий, снижение систолической и объемной скоростей кровотока, повышение пульсаторного индекса по данным ультразвуковой доплерографии артерий верхних/нижних конечностей;
- отсутствие диагностированных заболеваний со сходной для вибрационной болезни клинической картиной с поражением периферической гемодинамики, нейромышечной систем, костно-суставного аппарата (сирингомиелия, полинейропатия токсико-метаболической, травматической, наследственной, аутоиммунной, инфекционной природы и т. п., болезнь Рейно и др.); исключение непрофессиональных причин заболевания (рисунок 1).

При признаках воздействия производственного шума:

- снижение разборчивости речи, головокружение, ухудшение памяти, повышенная утомляемость, раздражительность, сонливость, нарушение сна, головные боли различной интенсивности, снижение слуха, шум в ушах и / или голове;
- отсутствие изменений, характерных для воспалительных и склеротических заболеваний структур среднего уха при отоскопическом исследовании; а также перенесенных в анамнезе черепно-мозговых травм;
- повышение порога слуха в области высоких частот, наличие характерного зубца на частоте 4000 Гц с восстановлением на 8000 Гц, нарушение костного и воздушного звукопроводения в одинаковой степени по всему диапазону звуковых частот, отсутствие костно-воздушной диссоциации порогов слуха по данным тональной пороговой аудиометрии.

Разработанная методика формирования групп риска по развитию ранних признаков профессиональных заболеваний рекомендуется к применению медицинскими организациями при проведении предварительных и периодических медицинских осмотров работников. Внедрение в профилактические осмотры данных методик позволит не только своевременно выявлять работников, имеющих повышенный риск развития основных нозологических форм заболевания и / или донозологические изменения состояний здоровья, но и повысить качество медицинской помощи работ-



**Рисунок 1. – Алгоритм формирования «группы риска» по развития вибрационной болезни на основе результатов периодических медицинских осмотров**

никам и обеспечить своевременное проведение профилактических мероприятий по сохранению здоровья и продлению трудоспособного периода жизни работника.

### Литература

1. Формирование групп риска развития профессиональных заболеваний в ходе предварительных и периодических медицинских осмотров для проведения восстановительных мероприятий / А.Ю. Бушманов [и др.] // Саратовский научно-медицинский журнал. — 2014. — Т. 10, № 4. — С. 754–758.

2. Кретов, А. С. Формирование групп риска поможет в профилактике профзаболеваний [Электронный ресурс] / А. С. Кретов // Справочник специалиста по охране труда. — 2015. — № 5. — Режим доступа: <https://e.otruda.ru/articleprint?aid=389956>. — Дата доступа: 10.04.2020.

3. Довгуша, Л. В. Проблемы нормативной базы в профпатологии, направления совершенствования / Л. В. Довгуша, Ф. А. Иванова // Итоги и перспективы развития медицины труда в первой половине XXI века: материалы всерос. науч. конф. с междунар. участием, Санкт-Петербург, 14 марта 2019 г. / под ред. С. В. Гребенькова, И. В. Бойко, Л. В. Довгуши. — СПб.: Изд-во СЗМУ им. И. И. Мечникова, 2019. — С. 196–199.

Поступила 28.10.2020

## ПРИМЕНЕНИЕ ДЫХАТЕЛЬНОЙ ГИМНАСТИКИ В КОМПЛЕКСНОМ ЛЕЧЕНИИ БОЛЬНЫХ С БРОНХОЛЕГОЧНОЙ ПАТОЛОГИЕЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ГЕНЕЗА

Кабирова Э. Ф., [idehlvira@yandex.ru](mailto:idehlvira@yandex.ru),  
Борисова А. И., [alla.borisova.ufa@gmail.com](mailto:alla.borisova.ufa@gmail.com),  
Каримов Д. О., к. м. н., [karimovdo@gmail.com](mailto:karimovdo@gmail.com),  
Шайхлисламова Э. Р., к. м. н., [shajkh.ehlmira@yandex.ru](mailto:shajkh.ehlmira@yandex.ru),  
Валова Я. В., [q.juk@ya.ru](mailto:q.juk@ya.ru),  
Бакиров А. Б., д. м. н., профессор

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Хронические профессиональные заболевания органов дыхания представляют собой широкую группу легочных заболеваний, которые развиваются вследствие длительного профессионального контакта с промышленными аэрозолями различного состава (пыли, паров, газов химических веществ и / или их смесей).

По данным зарубежных и отечественных исследований, от 17 до 63 % всех заболеваний органов дыхания вызваны профессиональными и экологическими факторами. На долю профессиональных болезней, сопровождающихся обструкцией дыхательных путей, в структуре всех легочных заболеваний приходится до 75 %.

Среди болезней органов дыхания хронический обструктивный бронхит (далее — ХОБ) формируется примерно у 4,5–24,6 % лиц, работающих во вредных и неблагоприятных производственных условиях. Бронхиальная астма (далее — БА) по распространенности и медико-социальным последствиям занимает ведущее место.

Данные последнего десятилетия свидетельствуют о том, что более 25 % больных, которые ежедневно обращаются к врачам, имеют патологию дыхательных путей, в том числе ХОБ и БА.

В связи с вышеизложенным необходима разработка эффективных реабилитационных комплексов, способствующих уменьшению системных проявлений персистирующего среднетяжелого и тяжелого течения заболеваний бронхолегочной системы, снижению медикаментозной нагрузки, частоты обострений, повторных госпитализаций и риска инвалидизации [1]. Реабилитация больных включает в себя физические тренировки, психосоциальную, образовательные программы и гипоаллергенную диету. В Российской Федерации к компонентам легочной реабилитации относят и занятия дыхательной гимнастикой. Профессиональный ХОБ и профессиональная БА — самые частые хронические заболевания легких. Показаниями к применению дыхательной гимнастики при заболеваниях органов дыхания являются: ХОБ легкой, средней, тяжелой и крайне тяжелой степени тяжести, как во время стабильного течения, так и при обострении заболевания, на фоне базисной терапии; острый бронхит, особенно затяжное течение; хронический необструктивный бронхит в фазе обострения и ремиссии; бронхиальная астма контролируемая, частично контролируемая и неконтролируемая в виде комплексного лечения; пневмония (внебольничная, нозокомиальная, на фоне иммунодефицита) на фоне стандартизированного антибактериального лечения; эмпиема плевры в виде комплексного лечения; туберкулез легких (диссеминированная и инфильтративная формы) на фоне стандартизированного антимикобактериального лечения [2]. Абсолютными противопоказаниями к применению дыхательной гим-

настилки являются: травмы головного мозга, позвоночника; гипертония, высокое внутричерепное или внутриглазное давление.

Заболевания органов дыхания, в частности профессиональная бронхиальная астма (далее — ПБА), характеризуются активацией процессов липопероксидации, развитием вторичного иммунодефицита, нарушениями микроциркуляции, хронической гипоксией и интоксикацией [4, 5].

С целью динамической оценки функциональных показателей внешнего дыхания через 10 дней занятия дыхательной гимнастикой были проанализированы данные из медицинских карт 40 пациентов со среднетяжелой и тяжелой профессиональной бронхолегочной патологией, находившихся на лечении в специализированном отделении профессиональной аллергологии и иммунореабилитации «ФБУН Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека». Мужчины в группе составили 19 человек (41,2%), женщины — 21 человек (58,8%); средний возраст  $49,1 \pm 8,2$  года. Давность профессионального заболевания от 1 года до 5 лет отмечалась у 18,9%, от 5–10 лет — у 47,4% и более 10 лет — у 33,7% пациентов.

Методом простой рандомизации пациенты были разделены на 2 группы, сопоставимые по полу, возрасту, виду и объему медикаментозной и немедикаментозной терапии, назначавшейся в соответствии со стандартными протоколами лечения, инструментальными методами исследований. Все 40 пациентов без исключения получали базисную терапию, из них 25 человек в составе комплексной терапии проходили курс дыхательной гимнастики из 10 занятий.

Средняя суточная доза базисной терапии ингаляционными глюкокортикостероидами в перерасчете на беклометазон дипропионат у всех пациентов с ПБА и ПХОБ составила  $239,17 \pm 6,045$  мкг. Степень контроля ПБА определялась в соответствии с рекомендациями GINA 2017 г.

Для пациентов обеих групп заполнялся вопросник «Тест по контролю над БА» (далее — АСТ). Ответы на вопросы теста по контролю ПБА (АСТ) оценивались в баллах. Оценка АСТ 20–25 баллов соответствовала контролируемой астме, оценка 19 баллов и ниже означала, что ПБА контролируется недостаточно эффективно.

Методом спирометрии регистрировались: объем форсированного выдоха за 1 с (ОФВ1), пиковая скорость выдоха (далее — ПСВ). Оценивалась вариабельность ОФВ1 и ПСВ за 10 дней.

Статистический анализ осуществлялся с помощью стандартного пакета программ Microsoft Office Excel 97–2003, используемого при анализе медицинских данных.

Согласно динамике показателей спирометрии, курс дыхательной гимнастики оказал в целом регулирующее влияние на баланс функций внешнего дыхания (далее — ФВД), способствуя улучшению и уменьшению дыхательной недостаточности.

По показателям ФВД, проанализированным в сравнении с помощью объективных методов исследований, достоверные различия между группами установлены по ОФВ1, л и ПСВ, л. Уровень ОФВ1 основной группы увеличился с  $59,3 \pm 14,5\%$  до  $79,2 \pm 13,5\%$ , в контрольной группе — с  $61,3 \pm 11,2\%$  до  $87,6 \pm 13,6\%$ . Показатель пиковой скорости выдоха в I группе вырос с 243,5 л/мин до 354,6 л/мин, во II группе — с 243,5 л/мин до 414,5 л/мин. Все вышеперечисленные показатели при контрольном исследовании оказались выше, чем в группе сравнения.

При сравнении параметров АСТ между группами, получавшими только базисную терапию и курс дыхательной гимнастики, в целом были выявлены достоверно увеличенные показатели АСТ во II группе пациентов. Так, в I группе пациентов показатель АСТ составил при поступлении  $7,4 \pm 3,5$  балла, в динамике через 10 дней  $18,1 \pm 3,6$  балла, во II группе вырос с  $8,2 \pm 2,6$  балла до  $24,4 \pm 4,2$  балла, что свидетельствует о значительном достигнутом контроле над бронхолегочной патологией профессионального генеза (таблица 1).

Таблица 1. — Сравнительная характеристика средних значений показателей ФВД и АСТ у пациентов с бронхолегочной патологией профессионального генеза

Показатели	Группа пациентов, получавшая базисную терапию (n = 40)		Группа пациентов, получавшая дыхательную гимнастику (n = 25)	
	при поступлении	через 10 дней	при поступлении	через 10 дней
АСТ-тест, баллы	$7,4 \pm 3,5$	$18,1 \pm 3,6$	$8,2 \pm 2,6$	$24,4 \pm 4,2^*$
Уровень ОФВ1, л	$59,3 \pm 14,5$	$79,2 \pm 13,5$	$61,3 \pm 11,2$	$87,6 \pm 13,6$
ПСВ, л	243,5	354,6	243,5	414,5
* $p < 0,05$ .				

Таким образом, лечение заболеваний бронхов и легких — комплексное, включающее антибактериальную и бронхолитическую терапию, физиопроцедуры, дыхательную гимнастику. Назначение последней в большей степени обосновано при хроническом бронхите, обструкции, ХОБ и БА. Результатом тренировок является облегчение отхождения мокроты, улучшение вентиляции легких. При этом основной упор должен делаться на тренировку вдоха при легком и свободном выдохе, что продемонстрировано в дыхательных упражнениях по Стрельниковой при бронхите [3]. В настоящем исследовании показано, что курс дыхательной гимнастики у пациентов с профессиональной бронхолегочной патологией способствовал более выраженному контролю над симптомами бронхиальной астмы и хронического обструктивного бронхита. Показатели функции внешнего дыхания и ПСВ при контрольном исследовании оказались выше, чем в группе сравнения.

## Литература

1. *Малявин, А.Г.* Реабилитация при заболеваниях органов дыхания / А.Г. Малявин, В.А. Епифанов, И.И. Глазкова. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2010. — 352 с.
2. *Кытикова, О.Ю.* Озонотерапия при заболеваниях органов дыхания: пособие для врачей / О.Ю. Кытикова, Е.Е. Минеева, А.Д. Новгородцев. — Владивосток, 2015. — 29 с.
3. *Щетинин, М.Н.* Методика дыхания Стрельниковой / М.Н. Щетинин. — М. : АСТ, 2018. — 256 с.
4. Global strategy for the diagnosis, management, and prevention of chronic obstructive pulmonary disease (COPD). — Mode of access: <https://goldcopd.org/archived-reports>. — Date of access: 20.10.2020.
5. The global burden of asthma: executive summary of the GINA Dissemination Committee report / M. Masoli [et al.] // *Allergy*. — 2004. — Vol. 59, iss. 5. — P. 469–478.

Поступила 27.10.2020

## ГИГИЕНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ БЕЗОПАСНОГО И ЭФФЕКТИВНОГО ПРИМЕНЕНИЯ МЕТОДА УЛЬТРАФИОЛЕТОВОГО ОБЕЗЗАРАЖИВАНИЯ В ЗДРАВООХРАНЕНИИ

*Клебанов Р.Д., к. м. н., доцент, krd1@tut.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Среди комплекса мер борьбы с инфекциями, в том числе внутрибольничными инфекциями, связанными с оказанием медицинской помощи (далее — ИСМП), в помещениях организаций здравоохранения (далее — ОЗ), проводимого в рамках системы инфекционного контроля, достаточно широко применяется метод бактерицидного ультрафиолетового (далее — УФ) обеззараживания воздуха и поверхностей. Вместе с тем в научной литературе недостаточно отражены вопросы обеспечения гигиенической безопасности пациентов и персонала ОЗ при применении бактерицидных облучателей (далее — БО), особенно экранированного типа; не в полной мере отражены и сведения об эффективности метода ультрафиолетового обеззараживания [1]. Кроме того, следует учитывать и экономические затраты: применяемое для УФ обеззараживания оборудование разного типа функционирует практически во всех основных и многих вспомогательных помещениях ОЗ республики. Сказанное обуславливает актуальность и необходимость исследований эффективности и безопасности использования УФ обеззараживания в целях инфекционного контроля в ОЗ.

Для бактерицидного обеззараживания воздуха и поверхностей в помещениях ОЗ используют облучатели различного типа. Так, открытые БО предназначены для облучения прямым потоком и только при отсутствии людей в помещении. Конструктивные особенности рециркуляторов, работающих по принципу очистки загрязненного воздуха УФ потоком внутри замкнутого пространства рециркулятора, позволяют применять их для обеззараживания как в отсутствие, так и в присутствии персонала и пациентов ОЗ. Экранированные БО предназначены для облучения верхней зоны помещения за счет специально установленного экрана, при этом формируется отраженный УФ поток от поверхности потолка. Комбинированные БО оборудованы двумя бактерицидными лампами (далее — БЛ): открытая лампа предназначена для облучения прямым потоком (обеззараживание проводится только в отсутствие персонала и пациентов в помещении); при применении только экра-

нированной БЛ с облучением верхней зоны отраженным потоком допускается присутствие людей в помещении при условии соблюдения допустимой интенсивности бактерицидного УФ потока.

В помещениях ОЗ, включая палаты для пациентов, возможно УФ облучение прямым потоком от открытых БО, предварительно освободив помещение от людей на время сеанса облучения. Но возникают проблемы безопасности при применении открытых облучателей в палатах реанимации, интенсивной терапии и иное. В этих случаях кроме рециркуляторов применяют экранированные облучатели, УФ поток от которых направлен только в верхнюю зону, что позволяет применять их в присутствии людей.

Нами проведены исследования интенсивности УФ излучения бактерицидного спектра (УФ-С;  $\lambda = 0,20-0,28$  мкм) в разных помещениях ОЗ от 38 облучателей; проведены измерения прямого УФ потока (непосредственно от БО) и отраженного — от поверхностей стен, потолка, оборудования. Результаты исследования интенсивности УФ потока (в основном на высоте 1,5 м от пола) выявили повышенные в сравнении с гигиеническим нормативом ( $0,001$  Вт/м<sup>2</sup>) в диапазоне УФ-С уровни излучения при применении экранированных БО. При оценке безопасности людей, находящихся в зоне влияния отраженного потока, очевидно, что повышенные уровни при несоблюдении требований гигиены и охраны труда могут вызывать нарушения со стороны органа зрения и кожных покровов персонала и пациентов ОЗ.

При гигиенической оценке экранированных БО установлено, что плотность отраженного УФ-С потока в 39% выполненных измерений превышает гигиенический норматив. При стабильных величинах плотности прямого УФ потока от открытых ламп (в среднем около  $1,0$  Вт/м<sup>2</sup> на расстоянии 1 м от БЛ) плотность отраженного УФ потока различалась, составляя от 0 до  $0,013$  Вт/м<sup>2</sup>, что объясняется разными габаритами помещений, состоянием отражающих поверхностей, расположением облучателя и иное. С учетом приведенных отличий интенсивности УФ потока, разных условий эксплуатации в различных помещениях ОЗ целесообразно, по нашему мнению, оценку безопасности БО проводить при их установке, до ввода в эксплуатацию в конкретных помещениях. Возможные причины повышенных уровней УФ излучения от экранированных облучателей могут быть связаны с величиной коэффициентов отражения облучаемых поверхностей и оборудования, углом падения УФ потока с учетом расположения БО, особенностями помещений, мощностью бактерицидных ламп, расположением защитного экрана и возможностью его регулировки для изменения направления УФ потока. В этой связи достаточно сложно, а чаще и невозможно заранее, до ввода в эксплуатацию, определить интенсивность отраженного УФ-С потока в зоне нахождения персонала и пациентов. Таким образом, на основании выполненного исследования очевидно, что при оценке безопасности экранированных БО или комбинированных БО с экранированной лампой решение о возможности использования таких облучателей в присутствии людей может быть получено только на основании предварительных измерений отраженного потока в условиях эксплуатации данного БО, в конкретном помещении ОЗ, где планируется установка и применение экранированных БО. Результаты исследования свидетельствуют также о необходимости организации контроля интенсивности бактерицидного УФ-С потока от уже эксплуатируемых экранированных БО при применении их в присутствии персонала или пациентов в помещениях.

Применение метода бактерицидного обеззараживания следует рассматривать с точки зрения двух основных взаимосвязанных особенностей: чем выше создаваемый уровень облученности бактерицидного потока в помещении и экспозиция, тем выше возможная опасность и риски УФ облучения персонала и пациентов ОЗ и наоборот. Не менее актуальным вопросом при применении облучения УФ потоком в ОЗ является эффективность данного метода, критерии и методы ее оценки. Так, в некоторых странах основным, а иногда и единственным критерием эффективности применяемых методов борьбы с инфекционными заболеваниями, особенно ИСМП, является достоверное снижение числа внутрибольничных инфекций или их отсутствие в результате применения того или иного метода, в том числе бактерицидного УФ обеззараживания. Эффективность и преимущество метода УФ обеззараживания могут быть определены на основании статистических данных и исследований уровня ИСМП до и после широкого применения метода бактерицидного УФ облучения. Отметим, что по материалам республиканского совещания специалистов-медиков [2] в республике может регистрироваться, с учетом данных мировой статистики, не менее 130 тысяч случаев ИСМП в год, однако при регистрации в республике от 100 до 250 случаев эффективность УФ обеззараживания, как и иного метода системы инфекционного контроля, на наш взгляд, определить сложно.

Для оценки результатов обеззараживания, эффективности УФ облучения как метода борьбы с инфекциями, в том числе с ИСМП, кроме традиционных исследований обсемененности воздуха и поверхностей до и после УФ облучения (прямой, основной метод) возможно применение и кос-

венного метода — на основе показателей интенсивности УФ облучения. В этих целях изучены характеристики бактерицидного УФ потока в облучаемой зоне с разработкой гигиенических критериев оценки эффективности обеззараживания помещений в ОЗ. Выполнено свыше 50 измерений интенсивности УФ потока в различных помещениях ОЗ при работе БО открытого типа на разных расстояниях от бактерицидных ламп — источника УФ потока. Также учтено, что в соответствии с паспортными данными для широко применяемых в ОЗ облучателей серии «ОБН-150» эффективное обеззараживание может быть обеспечено при интенсивности УФ потока, равного 0,8–1,0 Вт/м<sup>2</sup> на расстоянии 1 м от источника. По результатам выполненных измерений установлено, что средняя величина показателя интенсивности на нормируемом расстоянии составила 0,96 Вт/м<sup>2</sup>, и при соблюдении условий применения метода УФ обеззараживания (соответствие мощности БО габаритам помещения, режим работы БО, учет антимикробной дозы и иные), обследованные облучатели могут обеспечить необходимый уровень деконтаминации воздуха и поверхностей в облучаемых помещениях. Соответствие интенсивности УФ потока техническим параметрам бактерицидных ламп является важной составляющей процесса обеззараживания, а плотность потока (не ниже 0,8 Вт/м<sup>2</sup> по паспортным данным и 0,96 Вт/м<sup>2</sup> по данным измерений) является значимым критерием эффективности УФ обеззараживания.

Кроме того, критерием эффективности может быть и значение минимальной величины интенсивности УФ потока, ограничивающего зону достаточного УФ облучения, в которой достигается заданный (не менее 90 %) уровень обеззараживания. Установлено, что эта зона формируется в виде полусферы, радиус которой равен расстоянию от БЛ лампы до точки полусферы, где достигается заданный уровень эффективности, а размер радиуса полусферы зависит и определяется исходной величиной показателя интенсивности УФ излучения — бактерицидной лампы (облучателя).

Показатели микробиологической эффективности, полученные на основе исследований величин УФ обеззараживания в разных точках полусферы, составили не ниже 90 % в зоне облучения на расстоянии до 2,0 м от БЛ; заданный эффект обеззараживания получен при плотности УФ потока на границе полусферы не менее 0,3 Вт/м<sup>2</sup> [1, 3, 4]. Этот уровень интенсивности УФ потока на границе полусферы с радиусом 2,0 м может быть критерием оценки эффективности обеззараживания в зоне облучения с обеспечением ее требуемой величины. По данным выполненных измерений на расстоянии от облучателя 0,75 м и 1,5 м, интенсивность УФ потока составила соответственно 1,7 и 0,51 Вт/м<sup>2</sup>, при этом формирующиеся уровни УФ-С потока значительно превышают норматив (0,001 Вт/м<sup>2</sup>) и при нарушении правил охраны и гигиены труда для обслуживающего персонала и пациентов ОЗ представляют опасность переоблучения с поражением кожных покровов, органа зрения, и открытые БО могут применяться только в отсутствие персонала и пациентов ОЗ.

Время экспозиции УФ облучения определяется по величине установленной антимикробной дозы, и для получения гермицидного эффекта минимальное время облучения помещения при величине указанного критерия (0,3 Вт/м<sup>2</sup>) составит, например, для микобактерий туберкулеза не менее 5 мин [5]. Учитывая, что антимикробная доза для микобактерий (100 Дж/м<sup>2</sup>) достаточно высока, критериальный показатель УФ потока, равный 0,3 Вт/м<sup>2</sup>, характеризующий границу зоны эффективного обеззараживания, можно принять для определения экспозиции УФ облучения и для других микроорганизмов. Если взять за основу принятый в ОЗ режим облучения (20 мин или 1200 с), то на границе зоны эффективного обеззараживания (не более 2 м от источника) доза облучения составит не менее 360 Дж/м<sup>2</sup>. Указанная доза дезактивирует многие микроорганизмы (кишечная палочка, сальмонелла, стафилококк золотистый, дизентерийная палочка и иные), причем 0,3 Вт/м<sup>2</sup> — это величина критерия на расстоянии 2 м от БЛ [3–5]. На расстоянии 1,0 м уровень облученности уже составит 1,0 Вт/м<sup>2</sup>, а 0,1 м — около 10 Вт/м<sup>2</sup>. С другой стороны, при расстоянии до источника более 2 м и / или величине критерия менее 0,3 Вт/м<sup>2</sup> формируется преимущественно суббактерицидная доза; в таких случаях необходима замена лампы или увеличение экспозиции, времени облучения для достижения требуемого уровня деконтаминации; при длине помещения более 4–5 м целесообразно напротив действующего БО установить дополнительно второй облучатель. Оценка работоспособности бактерицидных ламп и эффективности УФ облучения косвенным методом проводится на основе измерений указанного критерия интенсивности — при установке облучателя, а также через три и пять лет его последующей эксплуатации. В этой связи надо отметить, что контроль эффективности функционирования БЛ безопаснее и удобнее проводить на расстоянии 2 м от источника и высоте 1,5 м от уровня пола, чем на высоте подвеса БО (около 3 м) и расстоянии около 1 м от БЛ.

В целом предлагаемый косвенный метод гигиенической оценки обеззараживания, основанный на величине интенсивности УФ потока, позволяет судить о возможности получения эффективной

антимикробной дозы при обеззараживании. Определена эффективная зона облучения — пространство воздушной среды и открытые поверхности в помещении с интенсивностью УФ потока не ниже 0,3 Вт/м<sup>2</sup> на расстоянии не более 2 м от облучателя, и выполнение требуемых условий применения УФ облучения обеспечит заданный уровень обеззараживания (не менее 90 %). Параметры интенсивности УФ потока в зоне (полусфере) эффективного облучения достаточны для достижения заданного уровня УФ деконтаминации при величине предложенных критериев — 0,8 Вт/м<sup>2</sup> и 0,3 Вт/м<sup>2</sup> с учетом расстояния от облучателя. Кроме того, показано, что при работе экранированных БО формирующиеся в нижней, селитебной зоне уровни излучения превышают гигиенический норматив. Различия в уровнях интенсивности отраженного УФ потока в разных помещениях свидетельствуют о необходимости предварительного контроля за плотностью УФ излучения при применении комбинированных облучателей с экранированными лампами и экранированных БО. Гигиеническую оценку новых облучателей с экранированными БЛ целесообразно проводить в условиях их непосредственной эксплуатации в ОЗ.

## Литература

1. Гигиенические показатели бактерицидной эффективности при ультрафиолетовом обеззараживании помещений / Р.Д. Клебанов [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. — Минск: РНМБ, 2017. — Вып. 27. — С. 30–34.
- 2 Крючкова, А. Инфекционный контроль в клиниках: перспективы создания / А. Крючкова // Медицинский вестник. — 2020. — 10 сент. — С. 5.
3. Исследования бактерицидной эффективности ультрафиолетового облучения на популяционной тест-модели / Р.Д. Клебанов [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. — Минск: РНМБ, 2016. — Вып. 26. — С. 23–26.
4. Количественная оценка антимикробной активности ультрафиолетового излучения с использованием субпопуляционной тест-модели / Н.В. Дудчик [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. — Минск: РНМБ, 2017. — Вып. 27. — С. 14–17.
5. Методы оценки эффективности и безопасности ультрафиолетового обеззараживания помещений: инструкция по применению 062–1109: утв. 31.08. 2017 / разработ.: Р.Д. Клебанов [и др.]. — Минск. — 2017.

Поступила 04.11.2020

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ПЫЛЕВОЙ ПАТОЛОГИИ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ КОНТРОЛЯ ВОЗДУХА РАБОЧЕЙ ЗОНЫ

<sup>1</sup>Косяченко Г. Е., д. м. н., доцент, gek.vod@tut.by,

<sup>1</sup>Гутич Е. А., ekhutsich@gmail.com,

<sup>1</sup>Николаева Е. А., katty-nik@tut.by,

<sup>2</sup>Микулич И. В., trud@rcheph.by

<sup>1</sup>Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>2</sup>Государственное учреждение «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», г. Минск, Республика Беларусь

Несмотря на большую историю изучения условий труда на производственных предприятиях, трудно назвать иной неблагоприятный гигиенический фактор, который привлекал бы к себе столь пристальное внимание специалистов медицины труда, как пылевой. Многообразие промышленных пылей с огромным диапазоном состава и физико-химических свойств, широким набором технологических процессов, производственных операций, условий образования и особенностей действия на организм, а также высокая занятость работников в условиях воздействия пылевого фактора на ра-

бочих местах определяет не только актуальность контроля уровней и характера загрязнения воздуха, изучения влияния пыли на состояние здоровья работников, но и делает необходимым ведение мониторинга условий труда и здоровья работающих для целенаправленной реализации тех или иных профилактических и оздоровительных мероприятий. В связи с этим обеспечение эффективного надзора за промышленными предприятиями, сельскохозяйственными организациями с принятием административно-управленческих решений по улучшению гигиенической ситуации на рабочих местах является одним из главных направлений деятельности государственного санитарного надзора Республики Беларусь. Такая деятельность основывается на реализации научно обоснованных подходов к оценке здоровья и управлению профессиональными рисками, а гигиенические нормативы остаются пока основным инструментом оценки влияния вредных производственных факторов на здоровье работников.

Уровень загрязнения воздушной среды производственных помещений — один из важнейших элементов безопасности условий труда, факторов сохранения здоровья трудящихся. Несмотря на принимаемые меры, пока не на всех производствах в республике удается обеспечить качество воздушной среды на рабочих местах, отвечающее гигиеническим нормативам. По данным производственного контроля в целом, из года в год в республике отмечается от 18 % до 20 % обследованных лабораторно рабочих мест, на которых уровни загрязнения воздушной среды по содержанию пыли в зоне дыхания не отвечают гигиеническим нормам и могут в десятки раз превышать предельно допустимые концентрации (далее — ПДК). Наиболее неблагоприятная ситуация с загрязнением воздуха рабочих мест пылью складывается на предприятиях производства строительных материалов (удельный вес обследованных рабочих мест, не соответствующих санитарным нормам по запыленности, составляет 30–35 %), машиностроения (21–38 % рабочих мест), предприятиях строительства (1–24 % рабочих мест), в сельском хозяйстве (до 23 % рабочих мест) [1].

Целью данной работы явилось определение современной значимости аэрозольного загрязнения воздуха рабочих мест в формировании уровней профессиональной патологии в республике для совершенствования контроля вредных производственных факторов.

Анализ гигиенических нормативов, действующих в республике, свидетельствует, что к настоящему времени из около трех тысяч регламентированных в воздухе рабочей зоны вредных веществ аэрозоли как преимущественное агрегатное состояние воздушных контаминантов составляют более 55 % [2]. При этом среди нормированных аэрозолей выделены аэрозоли с преимущественно фиброгенным типом действия (до 180 наименований), с преимущественно общетоксическим типом действия, а также группа аэрозолей со смешанным типом действия, что также создает отличие в гигиенических подходах оценки опасности веществ в форме аэрозолей.

Опасность воздействия промышленных аэрозолей реализуется преимущественно по пути развития хронического процесса в органах дыхания (за исключением отравлений пестицидами, некоторыми лекарственными препаратами и аэрозолями редких металлов). Важным является то, что в последние десятилетия практически не наблюдается острых отравлений аэрозолями и, как следствие этого, ограниченная гигиеническая значимость параметров острой токсичности аэрозолей при их регламентации в воздухе рабочей зоны. Кроме этого, в отличие от паров и газов аэрозоли обладают способностью механически раздражать слизистые дыхательных путей, глаз, создавать дискомфортные условия при высокой запыленности воздушной среды в рабочей зоне, в силу чего ПДК в воздухе рабочей зоны даже для относительно «безвредных» аэрозолей, согласно существующим в промышленной токсикологии критериям оценки степени вредного действия веществ на организм, не должна превышать 10 мг/м<sup>3</sup>.

Несмотря на последовательную стабилизацию основных неблагоприятных факторов производственной среды на предприятиях республики, самый высокий уровень превышения гигиенических нормативов на рабочих местах за 2014–2019 гг. приходится на производственный шум и вибрацию (превышения допустимых уровней шума регистрировались на 23–35 % рабочих мест от числа обследованных, вибрации — на 17–21 % рабочих мест). Одновременно за этот период превышения допустимых концентраций уровней пыли установлены на 10,4–8,7 % обследованных рабочих мест.

В последние годы в республике в структуре профессиональной заболеваемости работающих первое место прочно занимают болезни органов дыхания с удельным весом от 38 % до 68 % (таблица 1), в этиологии развития которых весьма существенную роль играет качество воздушной среды и промышленные аэрозоли, традиционно занимающие ведущее место в числе неблагоприятных факторов производственной среды для многих профессиональных групп работников.

Таблица 1. — Распространенность профессиональных заболеваний в Республике Беларусь

Производственные факторы, ставшие причиной профессиональных заболеваний	Число установленных профессиональных заболеваний в РБ											
	2014 г.		2015 г.		2016 г.		2017 г.		2018 г.		2019 г.	
	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%	абс.	%
Химический фактор	10	10,9	3	3,2	4	4,1	1	1,2	0	0	2	3,6
Промышленные аэрозоли	35	38,5	56	60,2	60	61,8	52	61,9	46	63,9	38	67,8
Физические факторы	35	38,5	26	28,0	26	26,8	31	36,9	20	27,8	14	25,0
Тяжесть труда	2	2,2	1	1,1	1	1,1	0	0	2	2,8	1	1,8
Биологические факторы	9	9,9	7	7,5	6	6,2	0	0	4	5,6	1	1,8
Итого по РБ	91	100	93	100	97	100	84	100	72	100	56	100

Материалы анализа статистического учета за шестилетний период, представленные в таблице, убедительно свидетельствуют о том, что, несмотря на преобладающее неблагоприятие с условиями труда по физическим факторам, основной вклад в формирование профессиональной патологии в республике оказывает пылевой фактор. По усредненным данным промышленные аэрозоли в концентрациях, превышающих гигиенические нормативы для воздуха рабочей зоны, в период наблюдения обусловили 55,6% всех зарегистрированных профессиональных заболеваний. На долю неблагоприятных производственных факторов физической природы пришлось 32,6% зарегистрированных случаев профессиональных заболеваний. Другие неблагоприятные факторы производственной среды в сумме обусловили 11,8% всей профпатологии. Диспропорция в формировании профпатологии, вызванной разными вредными факторами производственной среды, свидетельствует о необходимости усиления борьбы с пылевым фактором на предприятиях.

Проведенный анализ свидетельствует о том, что помимо реализации комплекса инженерно-технических, санитарно-гигиенических и профилактических мероприятий в производствах с выраженным пылевым фактором на рабочих местах важной является и организация «пылевого» контроля воздушной среды. Не снята актуальность вопросов отбора проб аэрозолей, для которых установлены максимально разовые и среднесменные ПДК, имеющие обозначение «Ф» по графе «особенности действия на организм», что связано с необходимостью проведения измерения уровней запыленности и оценки результатов в соответствии с Гигиенической классификацией условий труда [3]. Указанным документом оговаривается обязательность проведения оценки производственной среды при воздействии распространенных аэрозолей преимущественно фиброгенного типа действия на основе величин среднесменных концентраций с величиной ПДК, равной или менее 2 мг/м<sup>3</sup>. При этом основным инструментом оценки степени риска воздействия аэрозолей преимущественно фиброгенного типа действия является пылевая нагрузка (далее — ПН). В случае превышения среднесменной ПДК для аэрозолей с выраженным фиброгенным действием (ПДК 2 и менее мг/м<sup>3</sup>), а также для асбестосодержащих пылей расчет ПН обязателен. Допустимыми считаются суммарные экспозиционные дозы, рассчитанные на основе того, что в течение всего времени профессионального контакта работника с пылью (25 лет) ее среднесменные концентрации не должны превышать ПДК. Эти пылевые нагрузки в Гигиенической классификации условий труда считаются «контрольными» и используются как гигиенический показатель допустимых (класс 2) условий труда при классифицировании их по степени вредности и опасности.

Современные гигиенические требования к измерению и оценке пылевого фактора на производстве обуславливают необходимость изменения традиционных подходов к процедуре контроля воздуха рабочей зоны. В настоящее время при оценке запыленности воздуха рабочей зоны аэрозолями природных и искусственных минеральных волокон (пыль асбеста, асбестоцемента, минеральная вата, стекловолокно и др.) необходимо проведение подсчета количества волокон в одном миллилитре объема. При этом в соответствии с гигиеническими требованиями [4] контроль содержания минеральных волокон в воздухе рабочей зоны проводится по среднесменной концентрации респираторных волокон, максимально разовой концентрации и среднесменной концентрации массы взвешенных частиц.

Таким образом, с позиций современных гигиенических требований необходимость знания конкретных величин ПН, подсчет содержания минеральных аэрозолей волокнистой структуры и соблюдение их допустимых величин на практике являются очевидными. Эта информация необходима для анализа данных социально-гигиенического мониторинга, результатов периодических меди-

цинских осмотров, для рационального планирования контроля факторов производственной среды лабораторными службами предприятий, повышения объективизации установления компенсаций за вредные условия труда работнику при аттестации рабочих мест.

## Литература

1. Состояние условий труда и профессиональной заболеваемости в Республике Беларусь за 2017 г.: информ. бюл. / И.В. Микулич [и др.]; отв. за вып. А.Л. Зенькович. — Минск: ГУ «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», 2018. — 11 с.
2. Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс]: гигиен. норматив: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 11 окт. 2017 г. № 92: с доп., утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 22 дек. 2017 г. № 112: с доп., утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 5 янв. 2018 г. № 4 // КонсультантПлюс Беларусь / ООО «Юрспектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2020.
3. Гигиеническая классификация условий труда: санитар. нормы и правила: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 28 дек. 2012 г. № 211 // Гигиена труда: сб. норматив. док. / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены. — Минск, 2013. — Вып. 13. — С. 4–56.
4. Требования к производственному контролю за содержанием аэрозолей природных и искусственных минеральных волокон в воздухе рабочей зоны [Электронный ресурс]: санитар. нормы и правила: утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 10 нояб. 2017 г. № 96 // КонсультантПлюс Беларусь / ООО «Юрспектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2020.

Поступила 09.11.2020

## ОБЕСПЕЧЕНИЕ ХИМИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ НА НЕФТЕХИМИЧЕСКИХ ПРЕДПРИЯТИЯХ

<sup>1</sup>Мулдашева Н. А., *muldasheva51@gmail.com*,

<sup>1</sup>Каримова Л. К., д. м. н., профессор, *iao\_karimova@rambler.ru*,

<sup>1,2</sup>Шайхлисламова Э. Р., к. м. н., доцент, *shajkh.ehlmira@yandex.ru*,

<sup>1</sup>Волгарева А. Д., к. м. н., *ad-volgareva@yandex.ru*

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа, Россия

Обеспечение химической безопасности является важнейшей государственной задачей, направленной на защиту населения и окружающей среды от негативного воздействия опасных химических факторов, создание системы мониторинга химических рисков. Реализация основ государственной политики в этой области определена Указом Президента РФ от 11 марта 2019 г. № 97 [1].

Причинами, усугубляющими негативное воздействие опасных химических факторов на работников, являются:

- широкомасштабное использование в промышленности химических веществ с высокой токсичностью;
- внедрение в производство новых химических веществ с недостаточно изученным воздействием на здоровье работников;
- использование несовершенных в отношении химической безопасности технологий;
- значительная изношенность основного технологического оборудования, что увеличивает риск возникновения аварийных ситуаций, связанных с разгерметизацией оборудования и др.

Реализация государственной политики в области обеспечения химической безопасности осуществляется во взаимодействии уполномоченных Правительством Российской Федерации органов исполнительной власти разного уровня.

Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека совместно с другими заинтересованными органами государственной власти участвует в функционировании единой государственной системы химической безопасности Российской Федерации. При этом основными направлениями деятельности Роспотребнадзора являются совершенствование гигиенических регламентов, критериев и методов оценки химических факторов в производственной и окружающей среде, их мониторинг, осуществление комплекса мероприятий по снижению риска и угроз с последующей оценкой их эффективности [2–4].

Мониторинг химических загрязнений предполагает совершенствование методических подходов к оценке химических факторов на потенциально опасных химических объектах.

Целью данной работы является разработка показателей и критериев для определения точек контроля для определения вредных химических веществ в воздухе рабочей зоны в рамках проведения производственного контроля.

Нефтехимические предприятия входят в перечень потенциально опасных химических объектов вследствие широкого использования химических веществ с высокой токсичностью (хранение, переработка, использование или транспортировка), в которых в случае аварии (разрушение химического объекта, основного технологического оборудования и др.) может произойти поражение людей, загрязнение воздуха рабочей зоны химическими веществами в концентрациях, превышающих допустимые, и, как следствие, накопление опасных химических соединений в объектах окружающей среды [5].

Руководители нефтехимических предприятий в области обеспечения химической безопасности обязаны:

- соблюдать нормы законодательства, регулирующие требования в области химической безопасности;
- проводить контроль за соблюдением норм законодательства в области химической безопасности при осуществлении своей деятельности;
- проводить мероприятия, направленные на устранение или уменьшение причинения возможного вреда здоровью работников от воздействия опасных химических факторов;
- предупреждать и снижать химический риск посредством предотвращения возникновения аварий, разработки и внедрения современных технологий, позволяющих уменьшить объемы используемых высокотоксичных химических веществ.

В этой связи важным является поддержание допустимого уровня риска негативного воздействия опасных химических факторов на работников. Для большинства рабочих мест на данных предприятиях в воздухе рабочей зоны возможно присутствие сложного комплекса высокотоксичных вредных веществ 1–4 классов опасности. В технологических процессах могут циркулировать многочисленные полупродукты химического синтеза, что ведет к одновременному обнаружению более 30 наименований химических веществ в воздухе рабочей зоны. На нефтехимических предприятиях концентрации вредных веществ в воздушной среде во многом определяются параметрами технологического процесса (высокая температура и повышенное давление); уровнем его автоматизации и механизации; периодичностью технологических операций, наличием газоопасных работ; плотностью размещения оборудования; эффективностью работы вентиляционного оборудования. В этой связи актуальна разработка и внедрение новых методических подходов к оценке химического фактора для предприятий этой отрасли.

Большой опыт работы сотрудников ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека» в области медицины труда на предприятиях, входящих в состав нефтехимического комплекса страны, позволил обосновать показатели и критерии производственного контроля по химическому фактору для определения точек контроля при лабораторных исследованиях.

Формированию методологии оценки химических факторов на предприятиях нефтехимической отрасли предшествовало проведение научных исследований, включающих изучение условий труда работников с учетом производственного оборудования, выполняемых технологических операций, времени пребывания работников в «критических» зонах, в которых имело место превышение соответствующих допустимых концентраций, а также изучение материалов производственного контроля.

Производственный контроль, по нашему мнению, является постоянно действующей формой контроля за качеством воздуха рабочей зоны с целью обеспечения гигиенической безопасности.

План лабораторного контроля содержания вредных веществ в воздухе рабочей зоны, как правило, составляется ежегодно и дополняется или изменяется в случаях реконструкции, замены технологического оборудования, изменения технологического процесса, сырья, выявления профессиональных заболеваний.

На основании проведенных исследований с целью получения работодателем полной и достоверной информации об уровнях загрязнения воздуха рабочей зоны токсическими веществами нами разработаны показатели и критерии для определения обязательных точек контроля химических веществ, которые систематизированы и распределены на семь групп.

Важнейшим показателем для определения точек контроля являются физико-химические и токсикологические свойства химического вещества (первая группа):

- физико-химические (агрегатное состояние, летучесть, температура кипения и др.);
- особенности действия на организм (аллергены; канцерогены; раздражающие; опасные для репродуктивного здоровья и др.);
- класс опасности, величина ПДК.

Вторую группу формируют показатели в зависимости от результатов лабораторного контроля за предыдущие периоды: концентрации выше ПДК, коэффициент суммации веществ одностороннего действия больше единицы, вредный класс условий труда по химическому фактору.

Третью группу составили показатели, характеризующие организацию технологического процесса: проведение процесса в непрерывном замкнутом цикле или периодический технологический процесс, уровень автоматизации и механизации технологического процесса, наличие технологических операций, связанных с возможным выделением в воздух рабочей зоны вредных веществ, в том числе газоопасные работы I, II групп, а также места вероятных пропусков на технологическом оборудовании при нормальном ведении технологического процесса (четвертая группа).

Пятая группа показателей используется в случае необходимости проведения гигиенической оценки эффективности проведенных профилактических мероприятий: замена технологического оборудования при реконструкции, изменение параметров технологического процесса и др.

После проведения ремонта или замены вентиляционного оборудования необходима проверка его эффективности с обязательным проведением лабораторных испытаний, исследований (шестая группа).

Регистрация случаев профессиональных заболеваний химической природы является показателем для определения точек контроля (седьмая группа).

Реализация разработанных показателей и критериев для определения точек контроля химического фактора в рамках производственного контроля на предприятиях нефтехимического комплекса позволит получить достоверную информацию об уровнях воздействия на организм работников вредных веществ и своевременно провести мероприятия по минимизации рисков.

## Литература

1. Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу [Электронный ресурс]: указ Президента Рос. Федерации 11 марта 2019 г. № 97. — Режим доступа: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72092478/>. — Дата доступа: 10.11.2020.
2. О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения [Электронный ресурс]: Федеральный закон 30.03.1999 № 52-ФЗ. — Режим доступа: [http://www.consultant.ru/document/cons\\_doc\\_LAW\\_22481/](http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_22481/) — Дата доступа: 10.11.2020.
3. *Онищенко, Г.Г.* Химическая безопасность — важнейшая составляющая санитарно-эпидемиологического благополучия населения / Г.Г. Онищенко // Токсикологический вестник. — 2014. — № 1. — С. 2–6.
4. *Хамидуллина, Х.Х.* Современные международные требования к управлению риском воздействия химического фактора и их реализация в системе государственного санитарно-эпидемиологического надзора / Х.Х. Хамидулина // Анализ риска здоровью. — 2014. — № 2. — С. 14–18.
5. Гигиена труда при добыче и переработке нефти / Л.К. Каримова [и др.]. — Уфа, 2017. — 336 с.

Поступила 02.11.2020

# ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОГО РИСКА И ПЕРСониФИЦИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ИНЖЕНЕРОВ-ПРОЕКТИРОВЩИКОВ ПРИ РАБОТЕ ЗА КОМПЬЮТЕРОМ

<sup>1</sup>Некрасова М. М., к. б. н., доцент, [ntaryu@yandex.ru](mailto:ntaryu@yandex.ru),

<sup>1</sup>Федотова И. В., д. м. н., доцент, [irinavfed@mail.ru](mailto:irinavfed@mail.ru)

<sup>1</sup>Васильева Т. Н., к. б. н., [tatiana.vasilvas@yandex.ru](mailto:tatiana.vasilvas@yandex.ru),

<sup>1</sup>Зуев А. В., [zuev2006@mail.ru](mailto:zuev2006@mail.ru),

<sup>1</sup>Трошин В. В., к. м. н., доцент, [vecheslavl@yandex.ru](mailto:vecheslavl@yandex.ru),

<sup>2</sup>Полевая С. А., д. б. н., доцент, [s453383@mail.ru](mailto:s453383@mail.ru),

<sup>2</sup>Парин С. Б., д. б. н., доцент, [parins@mail.ru](mailto:parins@mail.ru)

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Нижегородский государственный университет им. Н.И.Лобачевского», г. Нижний Новгород, Россия

Исследования по изучению влияния производственных факторов на развитие стрессового состояния и разработка мер его профилактики являются актуальной проблемой медицины труда [1]. По данным Всемирной организации здравоохранения и Международной организации труда, экономические потери от производственного стресса и его последствий (рост заболеваемости, снижение производительности труда, повышение уровня травматизма) достаточно высоки. По мнению специалистов, судя по показателям медицинской статистики, проблема производственного стресса представляет серьезную угрозу качеству жизни и здоровью [2]. Хроническое воздействие неблагоприятных факторов рабочей среды при современных уровнях интенсификации нагрузок (информационных, когнитивных, эмоциональных, физических) в различных профессиональных сферах деятельности определяет значительное функциональное напряжение организма, увеличивает риск формирования производственно обусловленных заболеваний (в первую очередь патологии сердечно-сосудистой системы (далее — ССС) — артериальной гипертензии, ИБС) [1, 3]. Одним из методов оценки нарушения регуляторных систем является показатель вариабельности сердечного ритма (далее — ВСР). Анализ ВСР, являясь, с одной стороны, индикатором функционального состояния ССС, с другой — позволяет судить об адаптивных реакциях целостного организма. Согласно современным представлениям регуляция сердечного ритма вегетативной нервной системой отражает уровень активации и напряжения систем организма [4]. В настоящее время особенно актуальным становится вопрос измерения ВСР в процессе естественной профессиональной деятельности человека с применением мобильных телеметрических систем, что позволяет оперативно выявлять негативное воздействие на функциональное состояние (далее — ФС) организма факторов окружающей среды, в том числе производственных, и своевременно принимать меры по их устранению.

Целью работы было проведение персонифицированного мониторинга ФС на основе телеметрии сердечного ритма у сотрудников, работающих за компьютером в условиях интенсивных информационных нагрузок, и оценка риска неудовлетворительной адаптации к производственному стрессу.

В ходе исследования были проанализированы данные периодического медицинского осмотра 176 инженеров-проектировщиков (71 мужчина и 105 женщин, средний возраст —  $39,1 \pm 12,5$  года, стаж —  $15,2 \pm 10,4$  года), проведенного специалистами ФБУН «Нижегородский научно-исследовательского института гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора, изучались условия труда на рабочих местах инженеров. С помощью аппаратно-программного комплекса (далее — АПК), разработанного специалистами лаборатории цифровой психофизиологии при ННГУ им. Н.И.Лобачевского, проводилось совместное исследование влияния производственной нагрузки на ФС работников в условиях профессиональной деятельности (обследовано 48 человек, из них 32 мужчины и 16 женщин, средний возраст —  $31,2 \pm 8,8$  года, стаж —  $5,4 \pm 4,2$  года). Оценивали адаптационный риск на основе зарегистрированных показателей ВСР согласно методике Р.М.Баевского, при использовании дискриминантной модели ФС (норма, донозологические, преморбидные, патологические) [4]. АПК для телеметрии сердечного ритма состоит из миниатюрного беспроводного датчика ЭКГ, смонтирован-

ного в пояс, персонального мобильного устройства со специализированным программным обеспечением, персонального компьютера с доступом в сеть интернет. Передача данных на мобильное устройство или компьютер была организована по беспроводному каналу персональной связи, затем по сети интернет на сервер, где происходило хранение, визуализация и предобработка физиологических сигналов. Программа в режиме реального времени выдает параметры ВСР, по динамике которых регистрируются реакции острого стресса, фиксируется время и их продолжительность, что дает возможность определения индивидуализированной стрессовой нагрузки в течение рабочей смены. Технология дистанционного мониторинга позволяет проводить сбор и анализ физиологических данных в процессе профессиональной деятельности с высокой степенью экологической валидности, достоверности информации, так как сама процедура не связана с отвлечением обследуемого на процесс измерения или взаимодействие с экспертом. Сенсорная сеть позволяет увеличить разрешающую способность по времени (в 30 раз, до 10 с), а также обеспечивает помехоустойчивость и обратную связь. Топология сенсорной сети по типу «звезда» обеспечивает экономию аппаратных ресурсов при одновременном обследовании группы лиц. Дополнительно к непрерывному мониторингу с помощью телеметрической системы оценивали показатели ВСР по краткосрочным дискретным записям, сделанным согласно стандартной методике определения с помощью АПК «Поли-Спектр» («Нейрософт», г. Иваново) в состоянии покоя в начале, середине и конце рабочей смены.

Труд инженеров-проектировщиков характеризуется высокой напряженностью — интеллектуальными (работа в условиях дефицита времени, повышенная ответственность за конечный результат), сенсорными и монотонными нагрузками при длительном использовании (до 6 часов и более) видеодисплейных терминалов. При измерении электромагнитного излучения на рабочих местах пользователей компьютеров в 20 % случаев было отмечено превышение допустимых значений. Согласно Р 2.2.2006–05 («Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда») класс условий труда инженеров относится к 3.1–3.2, т. е. соответствует умеренной и существенной категории априорного профессионального риска, и требуются меры по снижению риска (в соответствии с Р 2.2.1766–03 «Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки»). Длительное пребывание за компьютером приводит к гиподинамии, что также оказывает негативное влияние на ФС сотрудников.

Изучение состояния здоровья выявило высокую распространенность повышенного уровня артериального давления (38,1 %) и индекса массы тела (далее — ИМТ) (39,8 %), миопии (47,7 %), ангиопатии сетчатки (20,5 %) в данной профессиональной группе. Была установлена достоверная корреляционная зависимость ИМТ с уровнем систолического и диастолического давления ( $r=0,47$   $p<0,0001$ ;  $r=0,33$   $p=0,0001$ ).

Повышение риска развития неблагоприятных предпатологических состояний было зарегистрировано у 26,7 % сотрудников в начале рабочей смены. При этом в группе с высоким адаптационным риском (далее — АР) функциональные резервы (далее — ФР) были достоверно ниже и степень напряжения (далее — СН) выше, чем у лиц с малым АР ( $p<0,0001$ ). Средние значения ФР (–0,39) и СН (0,74) для группы риска соответствовали преморбидному состоянию. Статистическая оценка показателей ВСР на момент начала рабочего дня показала, что более 85 % обследуемых имеют значительные отклонения от нормы таких базовых параметров кардиоинтервалограммы, как общая мощность спектра вариабельности сердечного ритма, мощность LF-компонента спектра, индекса вегетативного баланса и, в ряде случаев, мощность HF-компонента спектра ВСР [5]. К середине рабочего дня выраженность вегетативных нарушений незначительно уменьшалась, однако в конце смены вновь достигала исходных значений. Наиболее существенным было падение показателя общей мощности спектра вариабельности сердечного ритма, причем средний стаж работников со значимым снижением этого параметра составил  $8,3 \pm 2,7$  года против  $5,4 \pm 1,5$  ( $p=0,02$ ) у инженеров с сохранением нормального уровня общей мощности спектра ВСР. При этом в обследуемой возрастной группе достоверных корреляций наблюдаемых отклонений от возраста не выявлено. Эти настораживающие данные подтверждают известный тезис о хронизации стресс-индуцированных нарушений при систематических информационных нагрузках.

При проведении телеметрии сердечного ритма в течение смены был зафиксирован высокий уровень стресса у сотрудников во всех стажевых группах. Увеличение уровня стресса связано с длительной симпатической активацией, которая характеризуется повышенным индексом вегетативного баланса при снижении общей мощности спектра ВСР. Неблагоприятными признаками нарушения деятельности ССС были зарегистрированные эпизоды экстрасистолии в период профессиональной деятельности. Также было отмечено, что у сотрудников, которые проводят активную физическую

тренировку в обеденный перерыв (в организации есть оборудованный спортивный тренажерный зал), наблюдается снижение напряжения ФС во второй половине смены. По результатам исследования каждому обследованному были даны рекомендации по снижению риска нарушения здоровья.

Полученные данные указывают на развитие функционального напряжения и перенапряжения систем регуляции у инженеров-проектировщиков в начале и в течение рабочей смены. Результаты исследования позволили применить индивидуальный подход при разработке рекомендаций и организации перерывов для снижения нервно-эмоционального напряжения при работе за компьютером. Важным аспектом работы стали измерения физиологических маркеров в контексте реальной профессиональной деятельности. Разработанная для этого система беспроводной регистрации кардиоритма на основе миниатюрных сенсорных платформ дала возможность получать информацию о динамических режимах работы организма без нарушения и искажения формируемых функциональных систем дополнительными компонентами (лабораторные условия, наличие экспериментатора и др.). Таким образом, информационные технологии, применяемые для персонифицированного мониторинга функционального состояния различных систем организма в условиях реальной профессиональной деятельности, позволяют осуществлять управление риском нарушения здоровья, обеспечивая возможность проведения своевременной коррекции ФС.

### Литература

1. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 784 с.
2. Бухтияров, И.В. Профессиональный стресс в результате сменного труда / И.В. Бухтияров, М.Ю. Рубцов, О.И. Юшкова // Анализ риска здоровью. — 2016. — № 3. — С. 110–121.
3. Риски развития сердечно-сосудистых заболеваний и профессиональный стресс / З.Ф. Гимаева [и др.] // Анализ риска здоровью. — 2017. — № 1. — С. 106–115.
4. Методы и приборы космической кардиологии на борту Международной космической станции: монография / Институт медико-биологических проблем Российской академии наук; под ред. Р.М. Бавского, О.И. Орлова. — М. : ТЕХНОСФЕРА, 2016. — 368 с.
5. Heart rate variability: Standards of measurement, physiological interpretation, and clinical use / M. Malik [et al.] // Eur. Heart J. — 1996. — Vol. 17, iss. 3. — P. 354–381.

Поступила 01.11.2020

## АНАЛИЗ НОРМАТИВНОЙ ПРАВОВОЙ БАЗЫ, УСТАНОВЛЕННЫХ ТРЕБОВАНИЙ К ЭКСПЛУАТАЦИИ СПЕЛЕОСТАЦИОНАРОВ В СОЛЯНЫХ И КАЛИЙНЫХ РУДНИКАХ

Николаева Е. А., [katya-nik@tut.by](mailto:katya-nik@tut.by),  
Косяченко Г. Е., д. м. н., доцент, [gek.vod@mail.ru](mailto:gek.vod@mail.ru)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Устойчивое поддержание здоровья населения является важнейшим показателем благополучия общества, требует всемерного развития лечебной и восстановительной медицины, позволяющих проводить лечение и профилактику хронических заболеваний, их обострений, вялотекущих состояний, особенно плохо поддающихся лекарственной терапии, а потому ухудшающих качество жизни человека. Это обуславливает необходимость поиска эффективных способов лечения и реабилитации патологии, применимых как для детского, так и для взрослого населения. Одним из таких методов лечения и оздоровления наиболее распространенной бронхолегочной патологии является метод спелеотерапии в соляных и калийных рудниках.

Спелеотерапия была признана высокоэффективным методом использования природных факторов среды подземных медицинских объектов для лечения без лекарств ряда заболеваний бронхолегочной системы. Предполагается, что во время лечения организм больного адаптируется к специфическим условиям подземной среды, особенностям микроклимата, что меняет все его функциональные системы. Другие факторы, такие как стабильный, не зависящий от колебаний

на дневной поверхности, режим температуры и влажности, а также гипобактериальная и чистая от аллергенов воздушная среда, насыщенная аэроионами, усиливают терапевтический эффект.

Настоящая спелеотерапия в калийных рудниках, формирующих в подземных условиях комплекс специфических параметров среды, имеет при определенных условиях ряд существенных преимуществ для позитивного влияния на здоровье человека и может способствовать улучшению течения и искоренению многих симптомов и болезней: очищать дыхательные пути от мокроты; устранять обструкцию воздушного потока; усиливать механизм мукоцилиарного клиренса как у пациентов с астмой, так и у здоровых людей; улучшать баланс жидкости на поверхности дыхательных путей; обеспечивать противовоспалительные и бактерицидные эффекты; уменьшать бронхиальную гиперчувствительность; улучшать функцию легких и в конечном итоге помогать улучшению качества жизни человека без лекарств при таких заболеваниях, как бронхиальная астма, бронхит, синусит и другие [1].

Эффективность спелеотерапии в условиях спелеолечебниц, размещаемых в недрах калийных рудников, определяется прежде всего специфическими параметрами среды, которые формируются естественным путем и обуславливают лечебное действие на организм. При этом огромное значение имеет организация лечебного процесса в спелеобиотопе, способы и средства поддержания количественных и качественных характеристик его среды. В мировой практике давно установлено, что среда спелеолечебниц определяется не только природными факторами подземной среды соляных шахт и рудников, но и формируется также за счет реализации ряда технических и организационных мероприятий, направленных на поддержание и стабилизацию факторов среды, без чего не достигается эффективное ее использование.

В настоящее время на постсоветском пространстве спелеотерапия в калийных рудниках на практике используется только в Республике Беларусь в ГУ «Республиканская больница спелеолечения» в г. Солигорске на базе Старобинского месторождения калийных солей.

Государственное учреждение «Республиканская больница спелеолечения», созданное на базе первого рудоуправления производственного объединения «Беларуськалий», осуществляет лечение бронхолегочной патологии аллергенного генеза методом спелеотерапии с 1990 г. и является уникальным объектом Министерства здравоохранения Республики Беларусь. Подземный спелеостационар построен на базе второго горизонта первого рудоуправления ПО «Беларуськалий» на глубине 420 метров, включает комплекс основных и вспомогательных выработок определенного функционального назначения. Спелеостационар состоит из двух подземных отделений: первое подземное отделение расположено в разных горно-геологических пластах (галитовый и сильвинитовый), в каждом из которых формируется уникальная спелеосреда, характерная как для условий калийного рудника (сильвинит), так и для условий каменно-соляной шахты (галит). Второе подземное отделение расположено преимущественно в калийном пласте. Коечный фонд спелеостационаров ГУ «Республиканская больница спелеолечения» может обеспечить нахождение в подземных условиях до 250 пациентов.

Вспомогательные выработки спелеостационара обеспечивают обособленную подачу воздуха в лечебно-оздоровительную зону, формирование в ней естественным путем целебной спелеосреды. Отдельные вспомогательные выработки образуют транспортные и аварийные пути сообщения спелеолечебницы с клетевым и вентиляционным стволами рудника, используются для транспортировки оборудования и инвентаря, обеспечения в подземных условиях ассенизационных мероприятий. При этом все необходимые транспортные и вентиляционные выработки автономны, их размещение также обеспечивает изоляцию лечебно-оздоровительной зоны от неблагоприятного влияния горного производства и предотвращает загрязнение воздушной среды выработок лечебницы в случае возникновения в руднике пожара. Спелеосреда Солигорских калийных рудников по физико-химическим показателям, параметрам микроклимата существенно отличается от таковой других рудников и соляных шахт. Так, расположенный рядом с галитовым слоем минерала сильвинитовый слой обеспечивает существенно большее содержание в воздухе хлористого калия, чем в других подобных шахтах. Кроме этого, большая глубина размещения спелеокомплекса в Солигорском руднике обеспечивает более высокие уровни барометрического атмосферного давления, что способствует повышению парциального давления кислорода и лучшему усвоению его организмом [2].

Образующаяся среда спелеостационаров в калийных рудниках чрезвычайно чувствительна к внешним воздействиям, в том числе к присутствию людей, что можно расценивать как нагрузку антропогенного характера, и для успешного ее восстановления за счет протекания регенеративных процессов в рудничных условиях необходимо выполнение ряда ограничительных и организацион-

ных требований. Выполнение таких требований, обеспечивающих поддержание качественных и количественных характеристик подземной среды на научно обоснованных гигиенических критериях качества спелеосреды, реализация комплекса разработанных специфических охранных мероприятий должны обеспечивать устойчивость параметров спелеосреды для долгосрочного использования ее с целью оздоровления населения республики [3].

Проведенный анализ документов в области нормативных требований к проектированию и эксплуатации спелеокомплекса (законы, санитарные нормы и правила, гигиенические нормативы, технические кодексы) и документов в области оценки показателей среды спелеокомплекса (методические рекомендации, инструкции, руководства) показал, что на законодательном уровне в Республике Беларусь действуют Санитарные нормы и правила «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям, оказывающим медицинскую помощь, в том числе к организации и проведению санитарно-противоэпидемических мероприятий по профилактике инфекционных заболеваний в этих организациях» (постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 5 июля 2017 г. № 73), ТКП 45–3.02–173–2010 «Здания и помещения лечебно-профилактических организаций. Общие требования по проектированию» и «Специфические санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации организаций здравоохранения, иных организаций и индивидуальных предпринимателей, которые осуществляют медицинскую, фармацевтическую деятельность (постановление Совета Министров Республики Беларусь от 3 марта 2020 г. № 130). Требования, изложенные в приведенных нормативных документах, устанавливают нормативы и организационные меры по обеспечению деятельности наземных стационаров, амбулаторно-поликлинических учреждений системы Министерства здравоохранения и не применимы к медицинскому объекту, расположенному в соляном массиве калийного рудника.

На территории Республики Беларусь до 28 июля 2017 г. действовали Санитарные правила и нормы 11–132 РБ 2000 «Гигиенические и противоэпидемические требования к технологии спелеотерапии в калийных рудниках» (постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 10 ноября 2000 г. № 52), в которых были изложены основные санитарно-гигиенические требования к условиям эксплуатации спелеостационаров в калийных рудниках Беларуси в целях сохранения качественных показателей спелеосреды, обеспечивающих необходимый терапевтический эффект при лечении больных преимущественно с заболеваниями органов дыхания и другой патологии аллергического генеза, а также обеспечения удовлетворительных условий труда медицинского и технического персонала. В документе также были изложены требования и перечень показателей спелеосреды, подлежащих измерению, и устанавливалась периодичность их контроля. В комплексе гигиенических требований для поддержания удовлетворительного состояния среды лечебной зоны и предотвращения негативного влияния отдельных факторов спелеосреды на персонал и пациентов было предусмотрено проведение корректирующих действий и комплекса мер инженерно-технического и оздоровительного характера по восстановлению качества среды в лечебной зоне. Комплекс разработанных ранее гигиенических и санитарно-технических мер базировался на управляемости спелеосреды, возможности регулирования ее параметров в процессе эксплуатации подземного медицинского объекта. При этом стоит отметить, что вышеуказанные санитарные нормы и правила были разработаны, когда функционировало только одно подземное спелеотерапевтическое отделение. В 1999 г. Белорусским научно-исследовательским санитарно-гигиеническим институтом на основе комплексных гигиенических и санитарно-микробиологических исследований, проведенных в первом стационаре больницы спелеолечения, разработаны Методические рекомендации «Гигиенические критерии оценки качества среды подземных отделений спелеолечебницы в калийных рудниках» (№ 109–9911), описывающие основные вопросы организации и проведения измерений параметров и оценки качества спелеосреды в подземном отделении спелеолечебницы.

В связи с открытием второго подземного отделения и соответственно увеличением подземного коечного фонда, ростом антропогенной нагрузки на спелеосреду использование положений разработанных ранее Методических рекомендаций не в полной мере позволяет дать объективную качественную оценку спелеосреды. Учитывая высокую стоимость созданного в подземных условиях объекта здравоохранения, а также то, что возможности горного массива по естественной регенерации среды ограничены, а механизмы восстановления ее до настоящего времени недостаточно изучены, главной проблемой современности является выполнение комплекса научно обоснованных гигиенических мероприятий по сохранению спелеосреды в спелеолечебнице в условиях повышенной антропогенной нагрузки.

Для достижения положительного терапевтического эффекта в процессе терапии и реабилитации заболеваний среда спелеобольницы должна поддерживаться в допустимом состоянии и соответственно контролироваться. При инструментальном обнаружении отклонений параметров спелеосреды от гигиенических норм, с целью поддержания параметров на стабильном уровне и предотвращения негативного влияния ее на организм должно быть предусмотрено проведение корректирующих действий, реализация комплекса мер инженерно-технического и оздоровительного характера по восстановлению качества среды в лечебной зоне (среда управляемая), однако в изучаемых документах этих требований в полной мере нет.

В Республике Беларусь также разработаны и применяются «Правила безопасности при горно-технической эксплуатации спелеолечебниц в действующих соляных рудниках Республики Беларусь» (постановление Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Беларусь от 13 ноября 2012 г. № 59). В этом документе изложены общие обязанности работников рудника и персонала подземного отделения спелеолечения; общие требования к пациентам подземного отделения спелеолечения и их обязанности; требования к организации спуска пациентов в рудник, передвижения по горным выработкам и подъема на поверхность пациентов подземного отделения спелеолечения; требования к содержанию и ремонту горных выработок; требования к контролю за состоянием рудничной атмосферы в подземном отделении спелеолечения и другие общие требования. Естественно, медицинские требования к организации спелеотерапии как лечебного процесса в этом документе отсутствуют.

Как показывает мировая практика строительства и эксплуатации уникальных подземных объектов здравоохранения с управляемой средой (не существует серийных проектов подземных больниц), в том числе и в калийных рудниках Беларуси, их эксплуатация и эффективное использование основываются на опытном подборе и поддержании характеристик факторов подземной среды, оказывающих в совокупности терапевтический эффект. Такой эффект зависит от тщательного выполнения требований по поддержанию процессов регенерации подземной среды, происходящих в соляном массиве. Регенеративные способности среды горных выработок зависят от присутствия человека в подземных условиях, всегда индивидуальны и определяются минералогическим составом горных пород, их теплопроводностью и скоростью теплообменных процессов, другими факторами.

Результаты проведенного анализа нормативной правовой базы, устанавливающей требования к эксплуатации спелеостационаров в соляных и калийных рудниках, свидетельствуют о том, что в Республике Беларусь отсутствуют необходимые нормативные правовые акты, содержащие санитарно-эпидемиологические требования к эксплуатации дорогостоящего и уникального объекта здравоохранения с учетом введения в действие второго подземного отделения и значительно возросшей антропогенной нагрузки на среду отделений подземного стационара, а также документы, регламентирующие мероприятия по поддержанию и сохранению природных факторов спелеосреды для эффективной эксплуатации лечебного учреждения в калийных рудниках.

В настоящее время в Республике Беларусь в рамках выполнения плана подготовки научно-технической продукции по заданию 05.02. «Разработать гигиенически допустимые значения показателей среды спелеостационаров для их устойчивой эксплуатации в калийных рудниках» ОНТП «Гигиеническая безопасность» разработан проект допустимых значений параметров факторов спелеосреды, утверждение которого планируется в 2021 г. Введение в действие данного технического нормативного правового акта позволит обеспечить необходимое качество спелеосреды при проведении спелеотерапии, а также повысить эффективность осуществления государственного санитарного надзора за соблюдением требований законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия медицинского объекта.

## Литература

1. *Корытова, О.* О возможности использования калийных солей для спелеотерапии и спелеоклиматотерапии в Таиланде / О. Корытова // Актуальные проблемы охраны труда и безопасности производства, добычи и использования калийно-магниевых солей: материалы I Междунар. науч.-практ. конф., Пермь, 14–15 мая 2018 г. / под. ред. Г.З. Файнбурга. — Пермь: Изд-во Перм. Нац. исслед. политехн. ун-та, 2018. — С. 498–501.
2. *Косяченко, Г.Е.* Гигиенические основы обеспечения в калийных рудниках Беларуси / Г.Е. Косяченко, Г.И. Тишкевич, В.П. Филонов. — Минск: Центр охраны труда и промышленной безопасности, 2010. — 131 с.

## АНАЛИЗ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ И ВЗРОСЛОГО НАСЕЛЕНИЯ БЕЛАРУСИ

*Сачек М.М., д.м.н., msachek@belcmt.by,  
Новик И.И., к.б.н., inovik@belcmt.by,  
Кратёнок В.Е., к.м.н., vkratenok@belcmt.by,  
Писарик В.М., к.б.н., pisaryk@tut.by,  
Хавратович В.М., v\_khauratovich@belcmt.by*

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения» г. Минск, Республика Беларусь

Один из приоритетов государственной политики — создание условий для качественного развития человеческого потенциала, здоровой и достойной жизни населения, в том числе на основе реализации комплекса мер по укреплению здоровья, увеличению рождаемости и ожидаемой продолжительности жизни [1]. Ответственность за достижение высоких значений названных показателей во многом лежит на работниках сферы здравоохранения. В то же время здоровье людей, посвятивших свою профессиональную жизнь делу предупреждения и лечения заболеваний, должно быть в центре внимания как самих врачей, так и администрации лечебно-профилактических учреждений, а также системы здравоохранения в целом, ибо от уровня здоровья медицинских работников зависит эффективность врачебной деятельности, от которой, в свою очередь, зависит здоровье населения всей страны [2].

Производственная деятельность, как и любая сфера деятельности человека, сопряжена с неустрашимым наличием риска для здоровья человека. Это так называемый «профессиональный риск» — результат сложного комплекса взаимосвязанных факторов условий труда и трудового процесса (воздействие технической системы на человека), с одной стороны, и биологического состояния человека и его здоровья (восприятие факторов риска), с другой стороны. Работники организаций здравоохранения в ходе рабочего процесса подвергаются воздействию вредных физических, химических, биологических, психоэмоциональных и эргономических факторов. К значимым факторам риска труда работников здравоохранения можно также отнести тяжесть и напряженность трудового процесса [3, 4]. Кроме того, для целого ряда профессий медицинских работников характерен профессиональный контакт с инфицированным материалом, риск заражения различными инфекционными заболеваниями, что также сказывается на показателях их здоровья [5].

Цель исследования — провести анализ профессиональной заболеваемости медицинских работников и взрослого населения в Республике Беларусь.

Для анализа использованы данные полицевого учета за 2010–2018 гг. лиц с профессиональными заболеваниями автоматизированной информационной системы «Учет и анализ профессиональных заболеваний и профессиональных отравлений» Республиканского научно-практического центра медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения. Обработка результатов осуществлялась с помощью пакета прикладных программ «Microsoft Office».

В рассматриваемый период у медицинских работников было выявлено 77 профессиональных заболеваний (10,4% случаев профзаболевания установлены у мужчин (3 случая) и 89,6% — у женщин (74 случая)). Средний возраст медицинских работников, у которых установлено профессиональное заболевание, составил 44 года у мужчин и 41 год у женщин. Помимо этого, средний стаж работы во вредных условиях труда, результатом которого стало профессиональное заболевание, составил 9,9 года.

В течение рассматриваемого периода в целом можно сказать, что число установленных профессиональных заболеваний снизилось с 12 заболеваний в 2010 г. до 4 заболеваний в 2018 г., несмотря на незначительное увеличение их числа в 2011 и 2012 гг. (17 и 14 профессиональных заболеваний соответственно).

Наиболее распространенным профессиональным заболеванием явился туберкулез органов дыхания — 94,8 % (73 случая). Остальные 4 случая (5,2 %) — это болезни легкого, вызванные внешними агентами (пневмокониоз, вызванный пылью, содержащей кремний) — 1,3 %; злокачественные новообразования лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей (миелоидный лейкоз) — 1,3 %; аллергический контактный дерматит и аллергическая контактная экзема — 1,3 %; вирусный гепатит — 1,3 %.

Анализируя профессиональную заболеваемость в разрезе должностей, можно отметить, что такие заболевания были установлены у 29 медицинских сестер, 8 лаборантов, 8 врачей, 23 санитарок, 2 дезинфекторов, 1 заведующего отделом, 2 фельдшеров, 1 ассистента, 1 сестры-хозяйки, 1 врача-лаборанта и 1 зубного техника-литейщика.

Чаще всего профессиональное заболевание диагностировалось у медицинских сестер — 37,7 %, при этом у 89,7 % медсестер был выявлен туберкулез органов дыхания. Помимо этого, причинами профессиональных заболеваний у медицинских сестер были болезни легкого, вызванные внешними агентами; вирусный гепатит; дерматит и экзема (по 3,5 % на каждый диагноз). Чуть меньшую группу составляют санитарки — 29,9 %. Доля врачей в рассматриваемой структуре составляет 10,4 %. На лаборантов приходится 10,4 %, дезинфекторов — 2,6 %, по 1,3 % приходится на врачей лаборантов, ассистента кафедры, заведующего отделением, сестер-хозяек, фельдшеров и фельдшеров-лаборантов. Основной диагноз профессионального заболевания, установленный упомянутым медицинским работникам, — туберкулез органов дыхания. У зубного техника-литейщика причиной профессионального заболевания явилась болезнь легкого, вызванная внешними агентами (пневмокониоз, вызванный пылью, содержащей кремний).

В 76,6 % случаев профессиональные заболевания были установлены при прохождении медицинского осмотра. 11,7 % профессиональных заболеваний диагностировано при личном обращении медработника.

У 51 работника здравоохранения (66,2 %) профессиональные заболевания установлены без утраты трудоспособности в профессии, у 21 (27,3 %) — с утратой трудоспособности, группа инвалидности установлена в 5 (6,5 %) случаях.

Среди взрослого населения Республики Беларусь за период с 2010 по 2018 г. было диагностировано 864 случая профессиональной заболеваемости. Основными причинами профессиональной заболеваемости взрослого населения явились болезни внутреннего уха (34,6 %); болезни легкого, вызванные внешними агентами (42,3 %); туберкулез органов дыхания (8,6 %); хронические болезни нижних дыхательных путей (8,0 %); дерматит и экзема (1,3 %); другие неуточненные эффекты воздействия внешних причин (1,5 %).

Реже были установлены следующие профессиональные заболевания: психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ (0,7 %); поражения отдельных нервов, нервных корешков и сплетений (0,7 %); полиневропатии и другие поражения периферической нервной системы (0,4 %); болезни хрусталика (0,4 %); артрозы (0,4 %); злокачественные новообразования органов дыхания и грудной клетки (0,2 %); другие болезни верхних дыхательных путей (0,2 %); вирусный гепатит (0,1 %); злокачественные новообразования (0,1 %); меланома и другие злокачественные новообразования кожи (0,1 %); злокачественные новообразования лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей (0,1 %); грыжа (0,1 %); крапивница и эритема (0,1 %); дорсопатия (0,1 %); болезни вен, лимфатических сосудов и лимфатических узлов, не классифицированные в других рубриках (0,1 %) от установленных профессиональных заболеваний.

Если рассматривать профессиональные заболевания у взрослого населения по классам, то наибольшее число установленных профессиональных заболеваний пришлось на класс «Болезни органов дыхания» — 50,5 %, а наименьшее — на классы «Болезни системы кровообращения» и «Болезни органов пищеварения».

С утратой трудоспособности было установлено 74,8 % профессиональных заболеваний, без утраты трудоспособности — 24,2 %. В 0,9 % профессиональных заболеваний была установлена группа инвалидности и в 0,1 % результатом профессионального заболевания явилась смерть пациента.

В нижеследующей таблице представлено соотношение случаев профессиональной заболеваемости среди медицинских работников и взрослого населения Республики Беларусь.

Таблица. — Среднее соотношение профессиональных заболеваний у медицинских работников и взрослого населения за 2010–2018 гг.

Название показателя	Средняя численность, тыс.	Количество профессиональных заболеваний за 2010–2018 гг.			
		все причины		в том числе туберкулез	
		всего	на 1000 человек	всего	на 1000 человек
Медицинские работники	307,97	77	0,25	73	0,24
Население в возрасте 20 лет и старше	7 466,11	864	0,12	74	0,01
Соотношение случаев профессиональной заболеваемости у медицинских работников и населения			2,08		24,00

Результаты выполненного исследования позволяют сделать следующие выводы:

- число выявляемых профессиональных заболеваний в 2010–2018 гг. среди медицинских работников снизилось с 12 до 4 заболеваний в год, среди взрослого населения — со 103 до 72 заболеваний в год;
- наиболее распространенным профессиональным заболеванием работников здравоохранения является туберкулез органов дыхания (94,8%);
- профессиональные заболевания у медицинских работников развиваются в 2 раза чаще, а туберкулез в 24 раза чаще, чем у взрослого населения страны.

## Литература

1. Об утверждении Государственной программы «Здоровье народа и демографическая безопасность Республики Беларусь» на 2016–2020 годы [Электронный ресурс]: постановление Совета Министров Респ. Беларусь 14 марта 2016 г. № 200. — Режим доступа: <https://pravo.by/document/?guid=3871&p0=C21600200>. — Дата доступа: 10.11.2020.
2. Условия труда и состояние здоровья работников здравоохранения / И.В. Суворова [и др.]. — Минск: Проф-Пресс, 2014. — 176 с.
3. Профессиональное здоровье работников здравоохранения амбулаторно-поликлинического звена / И.В. Суворова [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Респ. науч.-практ. центр гигиены. Бел. науч. о-во гигиенистов; редкол.: Л.В. Половинкин [и др.]. — Минск: РНМБ, 2012. — Вып. 20. — С. 109–114.
4. Состояние профессиональной заболеваемости у работников здравоохранения республики / Г.Е. Косяченко [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. В.П. Филонов. — Минск, 2008. — Вып. 11. — С. 401–403.
5. Профилактика заболеваемости туберкулезом медицинских работников / Е.М. Скрягина [и др.] // Клиническая инфектология и паразитология. — 2015. — № 3. — С. 28–39.

Поступила 30.10.2020

## ПРАКТИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРОФИЛЯ СМЫСЛО-ЭМОЦИОНАЛЬНОЙ ЗНАЧИМОСТИ В ОЦЕНКЕ ПЕРСПЕКТИВ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО БЛАГОПОЛУЧИЯ РАБОТНИКА

Толкач С.Н., [tolkach\\_01@tut.by](mailto:tolkach_01@tut.by),  
Синякова О.К., [siniakovaok@mail.ru](mailto:siniakovaok@mail.ru)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Одной из важнейших задач медицины труда является сохранение профессионального здоровья работника. При этом профессиональное здоровье понимается как «процесс сохранения и развития регуляторных свойств организма, его физического, психического и эмоционального благополучия,

обеспечивающих высокую надежность профессиональной деятельности, профессиональное долголетие и максимальную длительность жизни» [1]. Приведенное определение предполагает комплексное рассмотрение человека как субъекта собственной деятельности, не ограничиваясь только сферой трудовой деятельности.

В современном обществе трудовая жизнь человека вращается вокруг технологий и процессов. Человек уже непосредственно не занимается объектом труда. Он превращается в оператора, управляющего автоматизированными и роботизированными комплексами производства. Упомянув разнообразие условий современных видов деятельности, Б. Ф. Ломов (1981) подчеркивает, «что человек, работающий с современной техникой, как правило, не имеет возможности наблюдать управляемые процессы непосредственно. Между ним и управляемым объектом присутствует целая система технических устройств: человек воспринимает не самый управляемый процесс (или объект), а его информационную модель. Человек должен расшифровать, декодировать информацию». Следовательно, при осуществлении такой деятельности качество интерпретации информации напрямую зависит от надежности интерпретатора, т. е. работника. Также необходимо обозначить, что эффективность деятельности работника обуславливается достижением не только производственных целей, но еще и социально-личностных, включая сохранение здоровья работника и развитие его как личности.

Однако выбор будущего профессионального пути зачастую сопряжен именно с эмоциональной стороной процесса, когда во главу угла ставится принцип ожидания будущего достатка и престижности профессии, обеспечивающей стабильность и гарантию высокого заработка, но при этом упускается из виду основной компонент — способность и готовность человека выполнять данный конкретный вид деятельности [2].

Становление и развитие профессионала подчинено общей закономерности и носит название «профессиональное становление личности». Путь становления в профессии, который проходит каждый специалист, является динамичным и многоуровневым процессом, состоит из нескольких этапов, первым из которых является этап формирования профессиональных намерений.

Развитие в период «выбора профессии», проектирование профессионального «старта» и жизненного пути определяются как осознанная подготовка к «жизни», к труду, этап планирования, проектирования профессионального жизненного пути. Этот этап завершается формированием представления о некоторой профессиональной общности, в которую будущий специалист хотел бы быть включенным и на которую он будет ориентироваться в своем развитии. Таким образом, формируется образ «профессионала», принимаются соответствующие сознательные, самостоятельные, конкретные и достаточно твердые решения, определяющие переход на следующий этап профессионального обучения [3].

На этом начальном этапе важным является изучение профессиональной пригодности человека как совокупности психических и психофизиологических особенностей личности, необходимых и достаточных для достижения общественно приемлемой эффективности в той или иной профессии и одновременно снижающих влияние производственных факторов профессионального окружения на организм работника за счет его физических и психологических ресурсов.

Ряд работ в области профессиональной ориентации личности (Н. Д. Джига, А. Т. Ростунов) обращают наше внимание на направленность личности. Именно направленность личности определяет практически профессиональный выбор. В своих работах авторы выделяют следующие компоненты, влияющие на профессиональный выбор:

- пригодность — как отсутствие противопоказаний к деятельности, норму интеллектуального развития, нормальный уровень развития коммуникативно-познавательной активности;
- готовность — как отрефлексированную направленность на профессию, мировоззренческую зрелость, широкую и системную профессионально-предметную компетентность;
- включаемость — как систему личностных способностей, влияющих на способность эффективно усваивать и выполнять профессионально необходимые действия [4].

Клиническая лаборатория профилактической медицины республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены» внедрила в практику работы с населением методики, позволяющие оценить отношение личности к той или иной сфере профессиональной деятельности, объединив их в пакет услуг «Помощь в профессиональном самоопределении».

Для реализации задач в профессиональном самоопределении личности за основу взяты ориентационные методики Дж. Голланда и Д. Кейрси, дополненные рядом психофизиологических методов.

Определяемая по тесту Дж. Голланда профессиональная направленность личности может использоваться в качестве соответствия классификации профессий по предмету труда. При этом выделяются следующие типы личности:

— «реалистичный» — в большей степени соответствует профессиям типа «человек — техника» и «человек — природа»; испытуемый имеет направленность на рабочие и инженерно-технические специальности и должности;

— «интеллектуальный» — в большей мере соответствует профессиям типа «человек — человек» и «человек — природа», связан со сферой общественных и естественных наук;

— «социальный» — определяет склонность к профессиям в сфере обслуживания, образования и медицины типа «человек — человек»;

— «конвенциональный» — характеризует склонность человека к информационным профессиям типа «человек — знаковая система»;

— «предприимчивый» — может подходить большинству сфер деятельности, имеются ориентации на управленческие типы, можно соотносить с профессиями типа «человек — человек»;

— «артистический» — можно отнести к профессиям типа «человек — художественный образ»; эффективный тип в презентационной деятельности, когда необходимо демонстрировать через себя некий товар или услугу.

Следует понимать, что определение профессиональной направленности не происходит по наиболее выраженному типу. Предпочтительнее смотреть три рядом положенные типа и уже на совмещении типов ориентировать человека на дальнейшие шаги.

Тест Д. Кейрси, определяя темпераментную составляющую личности, помогает дать возможные характеристики в организации деятельности, а также очертить круг профессий, в которых данный тип организации позволит работать с наименьшими ресурсными затратами, что еще более конкретизирует круг профессиональных возможностей испытуемого.

Объединяя выбранные методики в единую диагностирующую систему, мы фактически выполняем задачи из двух подсистем и влияем на будущую профессиональную адаптацию личности, упрощая ее вследствие предложения наиболее оптимального варианта собственной профессиональной принадлежности.

Для решения данной проблемы используются возможности комплекса объективного психологического анализа и тестирования с биологически обратной связью «Эгоскоп» (производства ООО НПФ «Медиком МТД», Российская Федерация), в частности, профиль смысло-эмоциональной значимости (далее — СЭЗ). Профиль СЭЗ отражает степень эмоциональной реакции испытуемого на выполняемые им задания или предъявляемые ему стимулы в ходе исследования [5].

Профиль СЭЗ базируется на результатах совместной обработки физиологических данных и показателей моторики руки. По мнению производителя, учитывается интенсивность реакций — отклонение, вариабельность реакций, значимость или достоверность отклонения показателей относительно нулевой оси профиля, соотношение модальных компонентов по разным каналам входных потоков данных в привязке к этапам сценария или списку смысловых кластеров (одиночных или групповых, в зависимости от выбранного иерархического уровня профиля). Исследователя интересует в первую очередь то, на какой диапазон смыслов у испытуемого есть эмоциональная реакция, чтобы потом в ходе консультативной беседы помочь определиться человеку в своих чувствах и желаниях.

Для объективизации данных самоотчетных тестов используются функциональные возможности диагностического комплекса, базирующиеся на совместном анализе физиологических показателей и параметров поведенческой деятельности при выполнении конкретных заданий диагностических сценариев. Итоговые результаты согласованности самоотчетных методик с профилем СЭЗ позволяют конкретизировать темы опроса, вызывающие эмоциональный отклик у испытуемого, помочь ему разобраться в своих желаниях и определиться с выбором направления своих усилий в построении собственного будущего.

В результате, разбирая связи профиля СЭЗ с результатами опросных и психофизиологических методов, анализируя профессиональные предпочтения человека, удастся сформировать карту профессиональных направлений, в которых испытуемому будет проще адаптироваться.

В качестве примера использования методики в практике клинической лаборатории профилактической медицины приведем результаты обследования двух человек, обратившихся за получением услуги «Помощь в профессиональном самоопределении».

Обследуемая Ч., 20 лет, завершает обучение в ВУЗе, имеет небольшой опыт работы, однако ищет себя в более перспективном направлении и хочет окончательно определиться с профессией. Результаты тестирования представлены на рисунках 1 и 2.

Из анализа результатов можно видеть, что наибольшие результаты наблюдаются по типам «исследовательский» и «артистический», в меньшей степени — «предпринимательский» и «социальный».

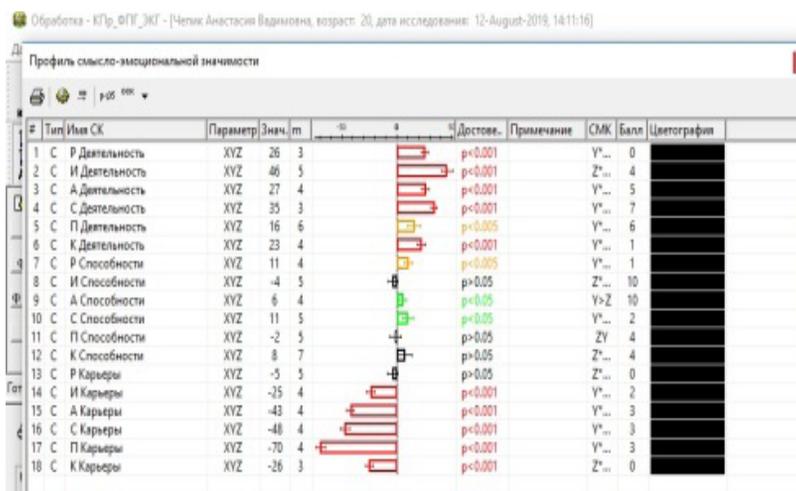


Рисунок 1. — Профиль СЭЗ обследуемой Ч.

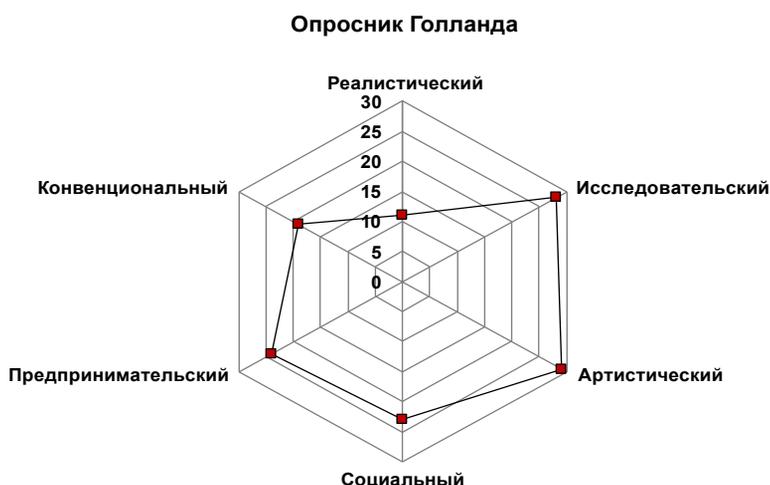


Рисунок 2. — Профиль профессиональных склонностей по Дж. Голланду обследуемой Ч.

В результате сформированы две тройки типов: «исследовательский» — «артистический» — «социальный» и «предпринимательский» — «социальный» — «артистический». После анализа соответствующего данному тесту профиля СЭЗ установлено, что эмоциональное одобрение получает профиль «исследовательский» — «артистический» — «социальный», на основании чего можно рекомендовать соответствующие профессиональные сферы.

Обследуемая С., 16 лет, отсутствуют четко сформированные предпочтения, в анамнезе присутствует влияние родителя на профессиональный отбор (желание подражать матери). Результаты тестирования представлены на рисунках 3 и 4.

Исходя из данных теста Дж. Голланда, можно было бы выделить для анализа связку типов «исследовательский» — «социальный» — «предпринимательский», но она разбита, так как происходит переход через тип (многими авторами предлагается анализ рядом расположенных типов). Согласно профилю СЭЗ, мы наблюдаем отрицательные значения по самому выраженному типу, что говорит о некотором несоответствии декларируемых ответов реальному восприятию собственной личности.

Данный вывод подтвердился в ходе последующего консультирования: текущий декларируемый выбор профессиональных предпочтений был основан на примере родителя, занимающегося подобной деятельностью, при этом обследуемая высказала желание проявить себя в иной области.

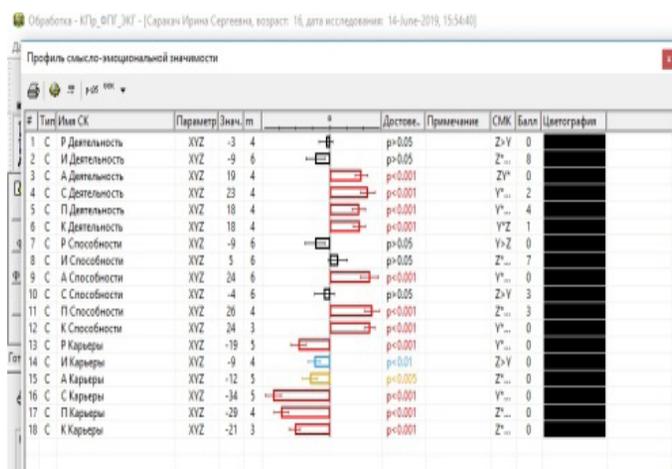


Рисунок 3. — Профиль СЭЗ обследуемой С.

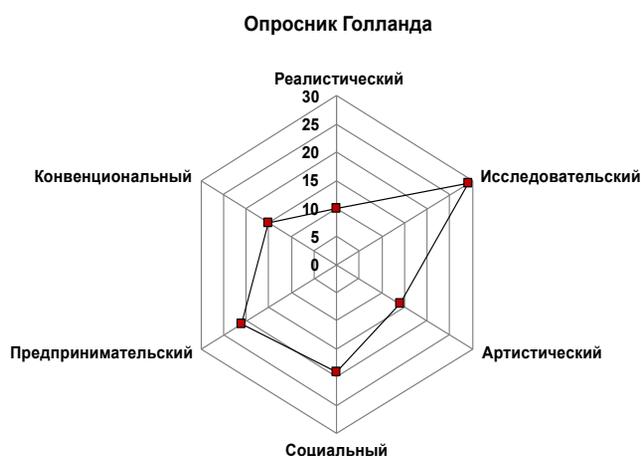


Рисунок 4. — Профиль профессиональных склонностей по Дж. Голланду обследуемой С.

Следует отметить, что концепция профессионального самоопределения является междисциплинарной. С одной стороны, выбор профессионального пути зависит от биологических качеств — свойств личности, психофизиологического потенциала, определяемого психологическими и физическими возможностями, работоспособности, типа высшей нервной деятельности, темперамента, эмоционально-волевой сферы. С другой стороны, данный процесс связан с социальными механизмами — собственно социализацией как процессом усвоения социального опыта и воспитания, воспитательно-образовательной сферой.

Учитывая мультидисциплинарный аспект, представляется важным валидизировать полученные в процессе разнообразного тестирования данные, в чем важную роль играет анализ профиля СЭЗ.

## Литература

1. *Вербина, Г.Г.* Профессиональное здоровье специалиста / Г.Г. Вербина // Альманах современной науки и образования. — 2008. — № 4, ч. 2. — С. 52–54.
2. *Рогов, Е.И.* Выбор профессии: становление профессионала / Е.И. Рогов. — М. : Владос-пресс, 2003. — 336 с.
3. *Бендюков, М.А.* Ступени карьеры: азбука профориентации / М.А. Бендюков, И.Л. Соломин. — СПб. : Речь, 2006. — 240 с.
4. *Джиги, Н.Д.* Взаимосвязь личностных свойств субъекта образования с его профессиональной направленностью (на материале подготовки студентов-психологов) / Н.Д. Джиги // Педагогическая наука и образование. — 2018. — № 3. — С. 22–27.

5. Скоморохов, А.А. Эгоскопия — новый метод диагностики смысло-физиологических паттернов на основе пиктополиграфического подхода / А.А. Скоморохов, С.М. Захаров, Г.П. Юрьев // Медицинские информационные системы «МИС-2006»: материалы Всероссийской научно-технической конференции, Таганрог, 8–9 июня 2006 г. — Таганрог, 2006. — С. 20–23.

Поступила 18.11.2020

## **НОВЫЙ ПОДХОД К РАННЕЙ ДИАГНОСТИКЕ РИСКА АРТЕРИАЛЬНОЙ ГИПЕРТЕНЗИИ У ЛИЦ МОЛОДОГО И СРЕДНЕГО ВОЗРАСТА, РАБОТАЮЩИХ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА**

*Умнягина И.А., к. м. н., доцент, receipt@nniigp.ru,  
Блинова Т.В., д. м. н., btvdn@yandex.ru,  
Страхова Л.А., receipt@nniigp.ru,  
Колесов С.А., к. б. н., профессор РАЕ, kolesov\_sa@nniigp.ru,  
Иванова Ю.В., к. м. н., доцент, receipt@nniigp.ru,  
Трошин В.В., к. м. н., receipt@nniigp.ru,  
Фомина Ю.Н., receipt@nniigp.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Россия

Эндотелий кровеносных сосудов играет ключевую роль в поддержании гомеостаза сердечно-сосудистой системы, высвобождая ряд вазоактивных факторов, которые регулируют тонус, рост, ремоделирование [1]. Именно от клеток эндотелия зависит сбалансированный синтез вазоконстрикторов и компонентов, обуславливающих расслабление сосудов и поддерживающих нормальное артериальное давление (далее — АД). Дисфункция эндотелия (далее — ЭД) описана и как фактор риска, способствующий развитию артериальной гипертензии (далее — АГ), которая является важной проблемой общественного здравоохранения из-за ее высокой распространенности и сопутствующего риска сердечно-сосудистых заболеваний. К настоящему времени повышенное АД констатируется все чаще у лиц молодого возраста и даже подростков [2]. Патогенетические механизмы развития АГ и связанных с ней других заболеваний сердечно-сосудистой системы сложны, а выявление их на начальных этапах развития, особенно у лиц молодого возраста, у которых компенсаторно-приспособительные механизмы достаточно высоки, является трудной задачей. В связи с чем АГ ставится на поздних стадиях развития болезни. Широко признано, что многочисленные заболевания сердечно-сосудистой системы связаны с повышением эндотелин-зависимого тонуса сосудов и его дисбалансом с оксидом азота — одним из важнейших эндотелиальных факторов релаксации [3]. В связи с вышеизложенным целью исследования явилось изучение взаимосвязи между эндотелином-1 (ЭТ-1), общими метаболитами оксида азота (далее — NOx) и уровнем АД у лиц молодого и среднего возраста, работающих во вредных условиях труда, а также оценка изученных показателей как возможных ранних маркеров диагностики риска АГ.

Всего обследовано 236 работников одного из металлургических заводов Нижегородской области (мужчин) в возрасте от 25 до 51 года. Стаж работы на данном производстве колебался в пределах от 5 до 10 лет. Работники проходили углубленный периодический медицинский осмотр в консультативной поликлинике ФБУН «ННИИГП» Роспотребнадзора. В зависимости от вида и характера вредных производственных факторов обследуемые были разделены на 2 группы: 1-я группа (120 человек в возрасте  $38,6 \pm 8,3$  года) подвергалась воздействию производственного шума; 2-я группа (116 человек в возрасте  $39,1 \pm 9,5$  года) контактировала с промышленными сварочными и кремнийсодержащими аэрозолями. Группу сравнения (3-я группа) составили мужчины (34 человека в возрасте  $43,3 \pm 9,6$  года), которые в своей трудовой деятельности не подвергались воздействию вредных производственных факторов. По возрасту группы обследуемых не различались ( $p > 0,05$ ). Проведенная работа не ущемляла права и не подвергала опасности обследованных лиц в соответствии с требованиями биомедицинской этики. Оценку уровней АД проводили согласно «Клиническим рекомен-

дациям по диагностике и лечению артериальной гипертонии»: оптимальное — систолическое АД < 120 мм рт. ст. и диастолическое АД < 80 мм рт. ст.; нормальное и высокое нормальное — 120–139 мм рт. ст. и 80–89 мм рт. ст.; АГ — 140 мм рт. ст. и более и 90 мм рт. ст. и более. Концентрацию ЭТ-1 в сыворотке крови определяли с помощью ИФА-набора «Endotelin (1–21)» фирмы «Biomedica Medizinprodukte GmbH & Co KG» (Австрия). Диапазон референтных значений ЭТ-1 в сыворотке крови здоровых лиц — 1,0–3,5 пг/мл. Содержание NOx оценивали по методу В.А. Метельской и Н.Г. Гумановой [4]. Диапазон референтных значений концентрации NOx — 9,0–50,0 мкмоль/л. Для оценки состояния вазоактивной системы NOx — ЭТ-1 использован показатель, характеризующий баланс между процессами вазоконстрикции и вазодилатации: NOx (мкмоль/л)/ЭТ-1 (пг/мл) [отн. ед.]. Статистический анализ выполнен при помощи программ Statistica 10.0 (StatSoft, США) с использованием U-критерия Манна–Уитни. Описание выборки производили с помощью подсчета медианы (Me) и интерквартильного размаха в виде 25-го и 75-го процентилей (Med±IQR (25–75 %)). Критический уровень значимости результатов исследования принимался при  $p < 0,05$ .

Полученные в результате исследования данные свидетельствуют о том, что число лиц с АГ составило: 23,3 % лиц 1-й группы, 14,7 % 2-й группы и 17,6 % 3-й группы.

Анализ концентрации ЭТ-1 при разной величине АД показал, что с увеличением АД содержание ЭТ-1 в сыворотке крови увеличивалось во всех трех группах обследуемых. Различий в концентрации ЭТ-1 при разных уровнях АД между 1-й и 2-й группами не было выявлено ( $p > 0,05$ ). Проведенные исследования выявили достоверные различия в содержании ЭТ-1 в сыворотке крови работников, контактирующих с вредными производственными факторами (группы 1 и 2), относительно работающих в условиях отсутствия вредного фактора (группа 3) ( $p_{1-3} = 0,0006$ ;  $p_{2-3} = 0,0007$ ). Наибольшие концентрации ЭТ-1 были выявлены при АГ (140 / 90 и более) — 5,84 пг/мл (2,76–10,88); 5,52 пг/мл (3,0–11,5); 2,61 пг/мл (2,05–2,84) в первой, второй и третьей группах соответственно относительно его концентраций при оптимальном и нормальном уровнях АД ( $p = 0,02$ ;  $0,02$ ;  $0,03$ ).

Выяснено, что концентрация NOx в сыворотке крови обследуемых лиц внутри каждой группы сохранялась на одном уровне при разной величине АД. Различий в содержании NOx между 1-й и 3-й группами выявлено не было. Выявлены различия в частоте обнаружения повышенного уровня NOx (более 50 мкмоль/л) в сыворотке крови обследованных лиц разных групп в зависимости от величины АД — с наибольшей частотой повышенный уровень NOx выявлялся у лиц с нормальным и высоким нормальным АД в 1-й и 2-й группах: (23,1 % и 17,9 %) и (39,0 % и 35,3 %) соответственно.

Проведенные исследования показали, что величина отношения NOx/ЭТ-1 у работающих 1-й и 2-й групп была ниже в 1,8 и 1,2 раза соответственно по сравнению с данной величиной в группе 3 ( $p_{1-2} = 0,008$ ;  $p_{2-3} = 0,03$ ). Подобная разница в величине коэффициента NOx/ЭТ-1 сохранялась между группами при разной величине АД. Наименьший коэффициент был выявлен при нормальном высоком и АГ в 1-й группе обследуемых, подвергающихся воздействию производственного шума (4,2 (4,1–7,1) и 4,4 (4,2–7,5) соответственно). Использование данного коэффициента позволило выявить дисбаланс в продукции NO и ЭТ-1. Уменьшение величины данного показателя (увеличением ЭТ-1 или уменьшением содержания NO) может говорить о наличии выраженных изменений в функциональном состоянии сосудистого эндотелия и увеличении риска АГ. Увеличение данного коэффициента, вызванного увеличением содержания NOx или уменьшением ЭТ-1 в сыворотке крови, может говорить о тенденции к уменьшению ЭД и снижению риска АГ. Полученные результаты показали, что у 95,4 % здоровых лиц при оптимальном и нормальном АД величина NOx/ЭТ-1 лежит в диапазоне от 10,00 до 25,00. То есть если NOx/ЭТ-1 < 10,00 — это говорит о преобладании процессов вазоконстрикции, что провоцирует развитие гипертонии. NOx/ЭТ-1 > 25,00 характеризует преобладание процессов вазодилатации, что приводит к снижению АД и возможному развитию гипотонии.

Таким образом, полученные результаты выявили различные взаимоотношения показателей ЭД с величиной АД. С повышением уровня АД увеличивалась концентрация ЭТ-1 в сыворотке крови обследуемых лиц всех групп. При АГ доля лиц с повышенным уровнем ЭТ-1 была наибольшей и превышала на 50 % — 70 % частоту обнаружения повышенной концентрации ЭТ-1 у лиц с нормальным АД. Содержание NOx в сыворотке обследуемых лиц всех трех групп не изменялось в зависимости от величины АД, а доля лиц с повышенным содержанием NOx при высоком АД имела тенденцию к снижению и была наименьшей относительно его концентрации у лиц с нормальным и высоким нормальным АД. Более чем у одной трети лиц с нормальным и высоким нормальным АД наблюдались признаки ЭД, проявляющиеся в избыточном образовании ЭТ-1 и метаболитов NOx. У работающих в условиях воздействия производственного шума и контактирующих с промышленными аэрозолями, имеющих высокое нормальное АД, данный коэффициент был значительно снижен относительно его величины у лиц с оптимальным и нормальным АД и не отличался от его значения

у лиц с АГ. Выявлены особенности взаимоотношений маркеров эндотелия в зависимости от вида вредного производственного фактора. Различий в содержании ЭТ-1 в группах, работающих в условиях воздействия производственного шума и контактирующих с промышленными аэрозолями, не было выявлено. В то же время выявлялись достоверные различия в содержании в сыворотке крови обследуемых метаболитов NOx. У лиц, контактирующих с промышленными аэрозолями, величина NOx в 1,5–2 раза превышала таковую у лиц, работающих в условиях воздействия производственного шума. Эти различия сохранялись во всех группах с разным уровнем АД, что обусловлено, по-видимому, воздействием промышленных аэрозолей, образующихся при производстве металлоизделий. Пылевые частицы вызывают фагоцитоз и способствуют активации индуцибельной синтазы, которая продуцирует оксид азота в 1000 раз быстрее, чем другие виды синтаз [5]. Поэтому у лиц, контактирующих с промышленными аэрозолями, концентрация метаболитов NOx превышала их содержание у работающих в условиях производственного шума. Это объясняет менее выраженное повышение АД у лиц, контактирующих с промышленными аэрозолями: при высоком нормальном и высоком АД (АГ) коэффициент NOx/ЭТ-1 в группе 2 не изменялся и в 1,7 раза превышал его величину у работающих 1-й группы.

Результаты проведенного исследования позволяют рекомендовать использовать показатели эндотелиальной дисфункции ЭТ-1 и NO как маркеры риска АГ. При периодических медицинских осмотрах работающих следует обратить повышенное внимание на лиц с нормальным и высоким нормальным АД, в сыворотке которых выявлено повышенное содержание ЭТ-1 и низкий уровень NOx, а величина коэффициента NOx/ЭТ-1 менее 10, поскольку данные лица находятся в зоне риска развития стойкой АГ.

## Литература

1. Попов, Е. В. Эндотелины: происхождение, физиологические эффекты и возможная роль в патологии / Е. В. Попов // Туберкулез и болезни легких. — 2010. — Т. 87, № 5. — С. 3–13.
2. Ушакова, С. А. Оценка альбуминурии и циркулирующих маркеров вазомоторной дисфункции эндотелия у детей подросткового возраста с избыточной массой тела и ожирением в сочетании с различными вариантами повышенного артериального давления / С. А. Ушакова // Медицинская наука и образование Урала. — 2018. — Т. 19, № 2. — С. 31–35.
3. Integrated control of pulmonary vascular tone by endothelin and angiotensin II in exercising swine depends on gender / V. J. Beer [et al.] // J. Physiol. — 2010. — Vol. 298. — P. 1976–1985.
4. Метельская, В. А. Скрининг-метод определения уровня метаболитов оксида азота в сыворотке крови / В. А. Метельская, Н. Г. Гуманова // Клиническая лабораторная диагностика. — 2005. — № 6. — С. 15–18.
5. Changjian, Feng. Mechanism of Nitric Oxide Synthase Regulation: Electron Transfer and Inter-domain Interactions / Feng Changjian // Coord Chem Rev. — 2012. — Vol. 256, iss. 3–4. — P. 393–411.

Поступила 29.10.2020

## РАЗВИТИЕ ЭНЕРГОФИЗИОЛОГИИ ТРУДОВЫХ ПРОЦЕССОВ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА

Устьянцев С. Л., д. м. н., [ustyantsev@ymrc.ru](mailto:ustyantsev@ymrc.ru)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Россия

Анализ неудовлетворительного состояния проблемы индивидуального профессионального риска указывает, что для ее решения необходимо разработать и внедрить новую — интенсивную методологию исследования условий труда [2]. Она, в отличие от экстенсивной методологии, изложенной в руководстве Р 2.2.2006–05<sup>1</sup> и других, обеспечивает оценку условий труда не только по воз-

<sup>1</sup> Руководство по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса. Критерии и классификация условий труда (Р 2.2.2006–05). М., 2005. 146 с.

действию эргономических и гигиенических факторов на работника, но и по их влиянию на его здоровье, измеряемому величиной психофизиологических реакций при труде и отдыхе. Низкое выявление профессиональных заболеваний в РФ показывает, что исследователи связи между условиями труда и здоровьем нуждаются в физиологических средствах для ее определения на рабочем месте трудящегося. Так как именно на рабочем месте сходятся в тесном противостоянии воплощенные в требованиях работодателей к работнику неодушевленные производственные обстоятельства с одушевленными, исходящими от психофизиологических возможностей работника. И поскольку за противостоянием указанных разнородных сущностей стоит процесс взаимодействия в организме его гомеостазсохраняющей энергии с энергией угнетающих агрессивных производственных воздействий, формирующий первичную, естественную (свободную от возможного методологического искажения при ее идентификации) связь условий труда со здоровьем, то нельзя исключать, что отражаемое ею повреждение организма немало зависит от психофизиологических возможностей трудящегося.

С физиологическим нормированием труда профилактическая медицина взяла курс на обоснование психофизиологических функций человека на рабочем месте профессиональным фактором. Профессиональный генез психофизиологического фактора труда доказывается тем, что его с общепризнанными профессиональными факторами на рабочем месте объединяет присущее им родовое свойство формировать условия труда. В доказательстве этого значителен вклад Уральской физиологической школы. Ее учениками, в разные годы руководимыми докторами наук В. П. Низовцевым, В. В. Розенблатом, Ю. Г. Солонинным, были разработаны и внедрены методические рекомендации МЗ РСФСР, МЗ СССР<sup>2,3</sup>. Эти документы стали первоисточниками для развития энергофизиологии трудовых процессов, ее применения в разработке интенсивной методологии гигиенических исследований условий труда и оценки профессионального риска [2]. Однако, вероятно, в силу экономических причин, эти документы, а вместе с тем физиологическое нормирование труда и энергофизиология трудовых процессов в целом не получили дальнейшего развития. Это не только притормозило на 5 десятилетий рост нормативной базы в области физиологии труда, но и привело к исключению участия физиологических функций конкретного работника из официальной оценки условий его труда и профессионального риска.

В настоящее время категория «Условия труда», служащая исходным материалом для документов<sup>1,4</sup>, в которых все многообразие одушевленных (имеющих отношение к состоянию здоровья трудящегося) характеристик рабочего места представлено лишь половым признаком работника, что, конечно, не способствует выявлению вышеуказанной первичной связи между здоровьем и условиями труда во всей ее полноте, и точности оценки группового, и, особенно, индивидуального профессионального риска (далее — ИПР). В результате, начиная с утверждения гигиенической классификации труда в 1986 году, в РФ сформировалась методология исследований условий труда, названная нами экстенсивной [2]. С применением этой методологии оценка профессионального риска для диагностики связи условий труда со здоровьем опирается на показатели дозовой экспозиции эргономического и гигиенического вредлимитирующего фактора. Но этой экспозицией измеряется лишь рабочая нагрузка, то есть воздействие вещественных производственных обстоятельств на организм, а не его физиологическое рабочее напряжение (далее — ФРН), являющееся характеристикой состояния здоровья при ней. Между тем именно ФРН трудящегося, а не рабочая на него нагрузка, рассматривается в классической физиологии труда как общий знаменатель, к которому сводится влияние эргономических факторов трудового процесса, гигиенических факторов производственной среды и экономических факторов производства на здоровье [1]. Тем самым если не забвение, то широко практикуемое исключение ФРН из оценки условий труда и профессионального риска делает невидимой первичную связь между здоровьем трудящегося и производственными к нему требованиями (должностными обязанностями). А без ее выявления ухудшается качество не только оценки, но и управления физиологическим рычагом ИПР для защиты работника от вредных производственных воздействий. То есть для извлечения указанной связи из материи условий труда работника, состоящей из множества индивидуальных процессов взаимодействия систем его организма со средой на рабочем месте, необходимо измерять и оценивать не только воздействие фактора на организм, но и, синхронно с ним, влияние на здоровье с помощью физиологических технических и нормативных средств.

<sup>2</sup> Оценка тяжести труда и его физиологическое нормирование: методические рекомендации. Свердловск, 1975. 21 с.

<sup>3</sup> Физиологические нормы напряжения организма при физическом труде: методические рекомендации. М., 1980. 6 с.

<sup>4</sup> Руководство по оценке профессионального риска для здоровья работников. Организационно-методические основы, принципы и критерии оценки (Р 2.2.1766–03). М., 2003.

Современные результаты производственных исследований указывают, что оценка влияния условий труда достигается обоснованием психофизиологического состояния работника на рабочем месте профессиональным фактором путем применения фактических и нормативных физиологических его характеристик в синтетическом с другими профессиональными факторами формате своей значимости для выявления первичной связи здоровья с условиями труда и расширения нормативного, управленческого потенциалов профилактической медицины [2]. Однако остается недостаточно известным формирующий эту связь энергетический механизм, его составляющие и их назначение. Почему при одинаково неблагоприятных условиях труда эта связь может иметь у одних работников отрицательное, а у других — нулевое значение для их здоровья? Решению этих вопросов и были посвящены настоящие исследования.

Цель работы: обосновать энергетический механизм формирования первичной связи здоровья с условиями труда для расширения нормативного, управленческого потенциалов профилактической медицины.

Достижение поставленной цели осуществлялось с помощью применения второго закона термодинамики для объяснения энергетических изменений в организме человека при труде. Этим законом установлена следующая зависимость полной энергии живой системы ( $U$ ) от  $G$  и  $W$  составляющих ее характеристик:

$$U = G + W = G + T \times \alpha; \text{ откуда } G = U - T \times \alpha, \quad (1)$$

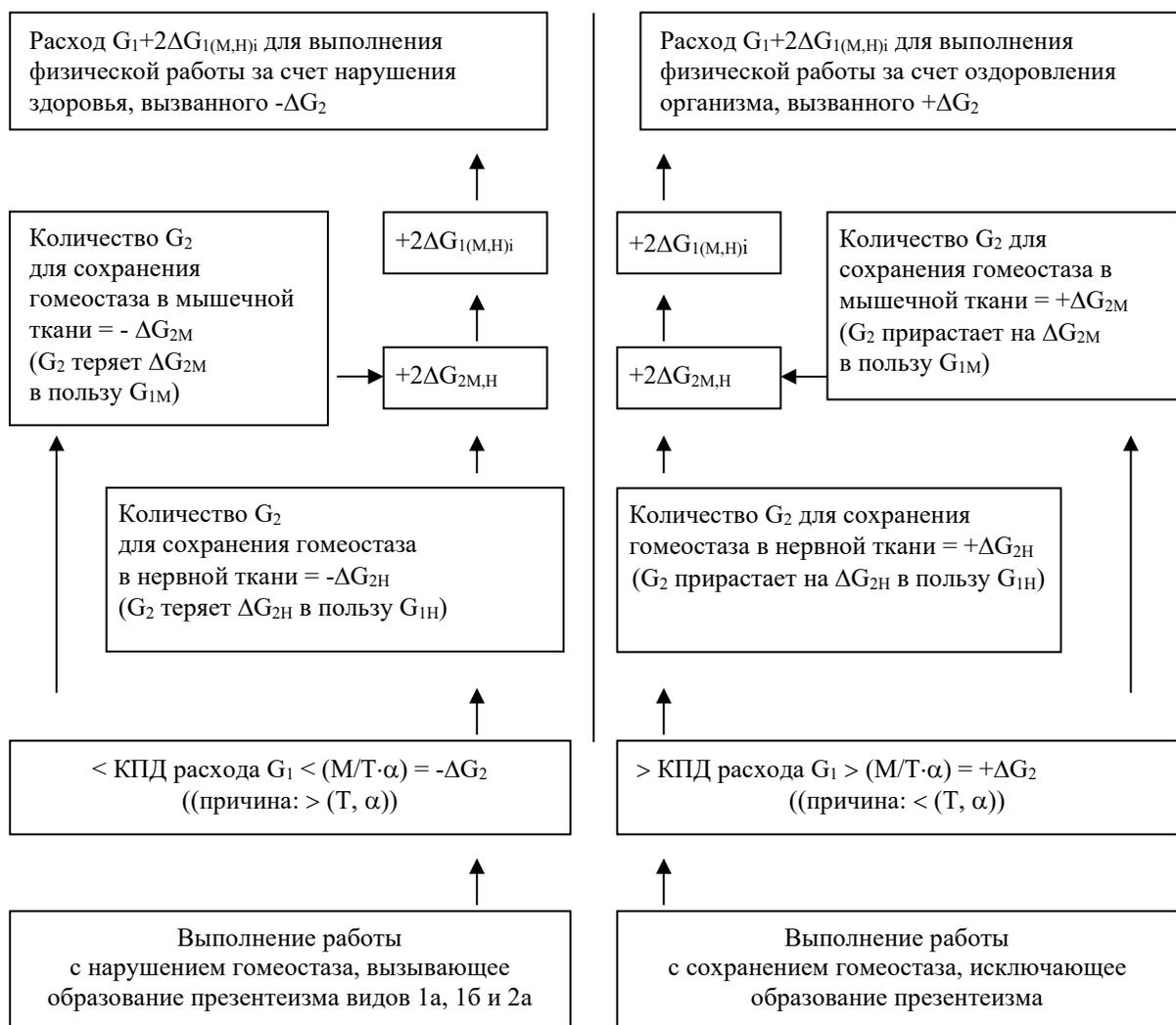
где  $T$  — температура системы,

$G$ ,  $W$  и  $\alpha$  — свободная, связанная энергии системы и энтропия в ней.

Из представленного уравнения следует, что в организме  $W$  может частично переходить в  $G$  и наоборот; причем регулятором этих взаимных переходов (при  $T_{const}$ ) является  $\alpha$ . То есть возможен переход  $W$  организма в его  $G$  на величину уменьшения в нем  $\alpha$  ( $-\Delta\alpha$ ), поскольку она, входя в состав  $W$ , характеризует ее количество, которое необратимо рассеивается в окружающей среде из-за теплопродукции. Иными словами, если условием перехода  $W$  в  $G$  является  $-\Delta\alpha$ , то возникает необходимость во внедрении этого условия в поведенческую функциональную систему достижения здоровья, в безусловно-рефлекторном своем варианте работающую непрерывно. Опираясь на состав  $U$  живого организма, нельзя исключать, что необходимость непрерывной адаптации его к условиям внешней среды, предопределяет и непрерывность изменения в нем энтропии ( $\alpha$ ), наличие ее величиной обусловленных отклонений в биологических структурах и средах от оптимальных для них состояний. Из этого следует, что свойство живых организмов быть открытыми термодинамическими системами не может находиться в неизменном состоянии и обеспечивать им открытость всегда на 100%, что, вероятно, предопределяет их смертностью. Следовательно, величину  $\beta$  живой системы (ее открытости атмосферному кислороду как частному выражению работы присущего ей свойства быть открытой термодинамической системой) и  $\alpha$  в ней надлежит рассматривать в обратной взаимосвязи ( $\beta = \alpha - 1$ ), которая указывает на то, что регулируемый изменением  $\alpha$  процесс перехода  $W$  в  $G$  и наоборот есть итоговый результат работы этого ее свойства по изменению  $\beta$ , которая в первом случае возрастает, а во втором — уменьшается. Поэтому вышеуказанное уравнение можно преобразовать в уравнение вида:

$$\Sigma G_{1,2} = U - W = U - T \times \alpha = U - T \times \beta - 1.$$

В наших предыдущих исследованиях [3] была выдвинута и обоснована гипотеза существования в организме человека следующих форм  $G$ , отличающихся назначением их расхода: организованная, произвольная, «полезная» (условно-безусловно-рефлекторная —  $G_1$ ) и неорганизованная, произвольная, «бесполезная» (безусловно-рефлекторная —  $G_2$ ). Относительно, например, производственной деятельности  $G_1$  своим расходом обеспечивает осознанно выполняемые потребности и, воплощаясь в результат выполненной внешней механической и умственной работы (далее — ВМР и УР), совершенствует приобретаемый человеком опыт. Вышеуказанные названия  $G_1$  обоснованы тем, что она расходуется работником для выполнения должностных обязанностей, востребована производством, является показателем его производительных сил (далее — ПС) и тем полезна работодателю.  $G_2$  своим расходом обеспечивает произвольно совершаемую работу физиологических систем по сохранению гомеостаза. Обе эти формы  $G$  в процессе расхода, согласно указанной гипотезе, способны к возвратно-поступательной трансформации их исходного назначения: расход  $G_1$  может трансформироваться в расход  $G_2$ , объединяясь с ним в поток единого (приоритетного) назначения



**Рисунок 1. — Механизм производства дополнительной  $G_2$  ( $\Delta G_2$ ) в организме работника при труде с нарушением и сохранением гомеостаза посредством непроизвольного, произвольного запуска трансформации ее расхода в поток  $G_1$  ( $\Delta G_1$ ) и слияния с ним для выполнения производственного задания, равного величине расхода  $G_1$  [3].**

$G_2$ , и наоборот. Причем  $G_2$  формируется как извлечением ее из  $W$  питательных, других веществ и сред организма, окружающей среды, включая информационную, так и трансформацией части расхода  $G_1$  в  $G_2$ , то есть обеднением  $G_1$  на величину  $\Delta G_1$  для сохранения здоровья в процессе адаптации организма к окружающей среде. Расход  $G_2$  состоит из двух составляющих его разнородных потоков: мышечного ( $G_{2M}$ ) и нервно-эмоционального ( $G_{2H}$ ). Эти потоки отличаются назначением ими активируемых энергопотребляющих скелетно-мышечных и нервных структур, и в сумме их величина равна величине потока расхода  $G_2$ :  $G_2 = G_{2M} + G_{2H}$  [3].

Исходя из представленных воззрений возможны два варианта выполнения производственного задания (рисунок 1), отличающиеся отношением руководителей и работников к трудовому потенциалу ПС предприятия. При варианте производственной деятельности, характеризуем полном восстановлением организма работника к началу трудовой смены (на рисунке справа), достигаемым медико-профилактическими усилиями работодателя и / или самого работника, энтропия ( $\alpha$ ) у него не увеличивается, что приводит к сохранению необходимого количества  $G_2$  минимизацией или исключением ее трансформации в  $G_1$ . В результате работник выполняет производственный план с сохранением здоровья на рабочем месте. При варианте производственной деятельности (на рисунке слева), характеризуем неполным восстановлением работника к началу трудовой смены, возможны два произвольных (1а, 1б) и один непроизвольный (2а) виды презентеизма (отсутствие присутствия на рабочем месте), вызываемые недостаточным количеством  $G_1$  и  $G_2$  в организме. Вид презентеизма

1а характеризуется тем, что работник осознанно поддерживает требуемый работодателем организованный расход  $G$  ( $G1$ ) восполнением его недостатка. Источником, способным к восполнению  $G1$ , является  $G2$ ,  $i$ -ю часть расхода которой организм, находясь в дефицитном по обеспечению гомеостаза энергией состоянии, вынужден трансформировать в направлении назначения потока расхода  $G1$  и объединить с ним на устранение его дефицита для выполнения планового производственного задания. Тем самым работник выполняет производственный план, но ценой произвольного обеднения гомеостаза энергией  $G2$ , способствующего нарушению здоровья. Вид презентеизма 1б характеризуется трудом в состоянии заболевания, когда  $i$ -я часть  $G1$ , несмотря на ее недостаток, трансформируется в  $G2$  и объединяется с потоком расхода  $G2$  для осознанной блокировки работником дальнейшего нарушения здоровья ценой невыполнения производственного задания. Вид презентеизма 2а характеризуется трудом, в процессе которого нарушению гомеостаза препятствует непроизвольное уменьшение выполнения ВМР и УР путем трансформации  $i$ -й части расхода  $G1$  в направлении назначения расхода  $G2$  и объединения с ним, что реализуется в невыполнении производственного задания на  $i$ -ю часть расхода  $G1$  в связи с утомлением работника.

В итоге при дефиците  $G1$  и  $G2$  в организме (вызванном недостаточным навыком, плохой организацией труда или утомлением, нездоровьем) работник может либо выполнить задание, но с ущербом для здоровья, скрываемым работодателем от работника, либо невыполнить, пережив рабочее время неэффективной его тратой, скрываемой работником от работодателя. Таким образом, представленный в данном аналитическом исследовании материал позволил впервые охарактеризовать «Презентеизм» скрытым профессиональным риском и дифференцировать его на три вида: 1а вид возникает по вине работодателя, скрываемой им от работника, 1б — по вине работника, скрываемой им от работодателя, 2а — по скрываемой друг от друга вине работодателя и работника. Эти виды презентеизма обосновываются существованием непроизвольно и произвольно включающегося механизма взаимной трансформации назначения расхода  $G1$  и  $G2$ , при неправильной эксплуатации которого работник рискует здоровьем, а работодатель — здоровьем трудящихся и успешностью предприятия.

В итоге полученные результаты представленного аналитического исследования механизма формирования первичной связи здоровья с условиями труда позволили:

1) обосновать возможность развития видом *Homo sapiens* своего фундаментального, присущего живым системам, свойства открытости атмосферному кислороду ( $\beta$ ) для повышения упругости и выносливости гомеостаза, уменьшения уязвимости организма к неблагоприятным факторам окружающей среды в сочетании с повышением работоспособности его структур и сред посредством совершенствования данной человеку в произвольное управление поведенческой функциональной системы достижения здоровья под контролем измерения, оценки величины энтропии ( $\alpha$ ) в организме и тем самым сделать организм способным к самостоятельному формированию своей первичной (образующейся на рабочем месте) связи с условиями труда не во вред и на пользу здоровью;

2) обосновать необходимость измерения, нормирования и контроля энтропии ( $\alpha$ ) в организме человека при труде и отдыхе, поскольку она характеризует у него состояние основного жизнеобеспечивающего свойства быть открытой термодинамической системой (с уменьшением  $\alpha$  это свойство совершенствуется, набирает физиологическую силу, а в случае противоположном, наоборот, угнетается, редуцируется), предназначенного для сохранения здоровья;

3) доказать гипотезу о существовании в свободном энергетическом потенциале ( $G$ ) человека двух его форм ( $G1$  и  $G2$ ), отличающихся назначением их формирования, развития и расхода в процессе жизнедеятельности: организованной, произвольной, «полезной» (условно-безусловно-рефлекторной —  $G1$ ) и неорганизованной, непроизвольной, «бесполезной» (безусловно-рефлекторной —  $G2$ ). Если говорить о производственной деятельности, придаваемая им сущность заключается в следующем.  $G1$  своим формированием, развитием и расходом обеспечивает осознанно выполняемые потребности и воплощается в результат выполненной внешней механической и умственной работы. Вышеуказанное название формы  $G1$  обосновано тем, что она формируется, развивается и расходуется работником осознанно и, посредством предъявляемых к нему должностных обязанностей, востребована производством, является показателем его производительных сил и тем полезна работодателю. В отличие от  $G1$  форма  $G2$  своим формированием и расходом обеспечивает непроизвольно совершаемую работу физиологических систем по сохранению гомеостаза, включая для этого перевод в  $G2$  части связанной энергии ( $W$ ) организма и  $G1$ , свободной от расхода на работу. Поэтому расход  $G2$  можно назвать «бесполезной формой» расхода  $G$  в сравнении с пользой от расхода  $G1$ , воплощенной в предъявляемых к работнику и конечной продукции предприятия производственных требованиях.

## Литература

1. Розенблат, В.В. Общие основы физиологии труда и эргономики / В.В. Розенблат. — Екатеринбург, 1998. — 79 с.
2. Устьянцев, С.Л. Тяжесть, напряженность труда и гиподинамокинезия — важнейшие составляющие индивидуального профессионального риска / С.Л. Устьянцев // Медицина труда и промышленная экология. — 2008. — № 9. — С. 34–40.
3. Устьянцев, С.Л. Управление открытостью организма атмосфере для достижения активного долголетия / С.Л. Устьянцев // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда», Минск, 14–15 ноября 2019 г. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. Центр гигиены; редкол.: С.И. Сычик (гл. ред.), Н.В. Дудчик (зам. гл. ред.) [и др.]. — Минск: РИВШ, 2019. — С. 160–165.

Поступила 10.11.2020

## РИСК ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ АЛЛЕРГИЧЕСКИХ ПОРАЖЕНИЙ РАБОТНИКОВ ПРОИЗВОДСТВА СУХИХ ПИЩЕВЫХ ДРОЖЖЕЙ И ИХ ПРОФИЛАКТИКА

Филонюк В.А., к. м. н., доцент, nauka\_fil@belcmt.by,  
Шевляков В.В., д. м. н., профессор, shev-vitaliy@mail.ru,  
Эрм Г.И., к. б. н., erm-galina@mail.ru

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В системе комплексного обеспечения гигиенической безопасности условий труда и сохранения здоровья работников основными составляющими является гигиеническое нормирование вредных факторов производственной среды и трудовой деятельности, мониторинг их соблюдения, эффективное внедрение превентивных и корректирующих мероприятий. С этих позиций актуальна проблема профилактики профессиональной патологии у работников предприятий производства пищевых дрожжей — хлебопекарных, винных и спиртовых, которые широко используются в основном в пищевой промышленности для производства хлебобулочной, сыро-молочной, алкогольной, пивоваренной и прочей продукции. Технологические процессы сушки дрожжевой массы, дозирования, фасовки и упаковки сопровождаются загрязнением воздуха рабочей зоны аэрозолем сухих пищевых дрожжей. Причем поступление пыли сухих пищевых дрожжей как гетероантигенов в организм работников через органы дыхания приводит к формированию защитного гипериммунного процесса, который в зависимости от интенсивности ингаляционного воздействия этой пыли может приводить к развитию механизмов аллергической реакции.

В рамках задания «Разработать и внедрить профилактические меры по сохранению здоровья работников биотехнологических производств» подпрограммы 1 «Инновационные биотехнологии 2020» государственной программы «Научоемкие технологии и техника» на 2016–2020 гг. (раздел «Медицинские биотехнологии») в соответствии с современной методологией обоснования ПДК в воздухе рабочей зоны органических аэрозолей были выполнены исследования по изучению особенностей и характеру биологического действия пыли пищевых дрожжей на организм, разработке гигиенического норматива и методики определения массовой концентрации белка пыли дрожжевых грибов в воздухе рабочей зоны, обоснованию мер профилактики.

Поскольку пыль сухих пищевых дрожжей водонерастворима в силу высокой устойчивости и жесткости клеточной стенки дрожжевых грибов, обусловленной входящим в их структуру хитином, то для экспериментальных исследований ее биологических свойств, требовалось получить из этой пыли растворимые белково-полисахаридные антигенные субстанции. Разработанной нами оригинальной методикой, основанной на гидролизе поверхностных β-глюкозидных связей между элементарными звеньями хитина оболочки дрожжей сильной органической кислотой при нагревании, разрушении гидроксидом натрия поверхностных и внутренних структур клетки, осаждении белок-содержащего преципитата кислотой и последующем его перерастворении в слабощелочном растворе,

получены экстракты из пыли разных штаммов сухих пищевых дрожжевых грибов с высоким содержанием растворимых — полисахаридно-белковых субстанций [3].

В экспериментах на модели воспроизведения и выявления сенсibilизации на белых мышах, которым вводили внутрикожно в основании хвоста полученные из пыли сухих дрожжевых грибов разных штаммов экстракты в стандартных дозах, была установлена индукция гиперчувствительности замедленного типа у большинства опытных животных (9–10 из 12) с достоверностью различий величин интегрального показателя провокационного внутрикожного теста в опытных группах по отношению к контрольным животным при  $p < 0,01$  по критерию «Х». На этом основании белково-антигенные комплексы этой пыли оценены как обладающие сильной сенсibilизирующей способностью и дифференцированы к 1 классу аллергенной опасности (чрезвычайно опасный производственный аллерген) [3].

В последующих экспериментах при субхроническом ингаляционном воздействии на организм белых крыс полученным экстрактом из пыли сухих хлебопекарных дрожжей установлено его эффективное аллергическое, токсическое, иммунотоксическое и гемотоксическое действие на организм в высоких концентрациях, с дозозависимым и преобладающим аллергическим эффектом. На основании установленных в субхронических ингаляционных экспериментах пороговой и недействующей концентрации белково-антигенных субстанций пыли сухих хлебопекарных дрожжей по лимитирующему показателю аллергического действия, а также выявления общих антигенных иммунодетерминант и однотипного этиоиммунопатогенеза вредного действия на организм полисахаридно-белкового антигенного комплекса пыли сухих спиртовых и винных дрожжевых грибов нами была обоснована групповая ПДК в воздухе рабочей зоны пыли сухих пищевых дрожжей (хлебопекарные, винные и спиртовые) на уровне  $0,1 \text{ мг/м}^3$  по белку, 2-й класс опасности с меткой «аллерген» [5].

Для обеспечения контроля содержания пыли пищевых дрожжей по белку в воздухе рабочей зоны на соответствие ПДК разработана методика определения массовой концентрации белка пыли сухих пищевых дрожжей в воздухе рабочей зоны с чувствительностью, позволяющей контролировать концентрации по белку пыли сухих пищевых (хлебопекарные, винные, спиртовые) дрожжей в воздухе рабочей зоны [2].

С использованием данной методики определяли степень загрязнения пылью сухих пищевых дрожжей воздуха рабочей зоны на основных рабочих местах производства сухих пищевых дрожжей и препаратов на их основе на биотехнологическом предприятии ОАО «Дрожжевой комбинат» (г. Минск). Результаты исследования показали, что воздух производственной среды на большинстве рабочих мест сушильщика дрожжей и операторов расфасовочно-упаковочных автоматов загрязняется пылью дрожжевых грибов в концентрациях по белку, превышающих ПДК в 3–12 раз, несмотря на действующую систему общей приточно-вытяжной вентиляции.

Учитывая сильную сенсibilизирующую способность полисахаридно-белковых антигенных субстанций пыли сухих пищевых дрожжей, их массивное ингаляционное поступление в организм может быстро привести к срыву иммунного гомеостаза с формированием аллергической манифестации, что определяет потенциальный риск развития у работников профессиональной аллергопатологии. Действительно, используя известные критерии и шкалы количественной оценки (в баллах) аллергоопасности условий труда [1] и приведенные выше данные по степени загрязнения воздуха рабочей зоны пылью сухих пищевых дрожжей, получена расчетная величина интегрального показателя аллергоопасности работ в контакте с аэрозолем сухих пищевых дрожжей: сильный аллерген — оценка 4 балла + кратность превышения установленной ПДК<sub>врз</sub> по белку более 10 раз — оценка 4 балла + (сочетанное действие повышенной температуры воздуха — оценка 1 балл + шума, интенсивностью 84–86 дБ, — оценка 1 балл) [2], которая равна 9,0 балла.

Следовательно, условия труда работников производства сухих пищевых дрожжей, подвергающихся профессиональному ингаляционному воздействию этой органической пыли, относятся к высокой степени аллергоопасности и определяют высокий потенциальный риск развития профессиональных аллергических заболеваний (вероятность до 30%) и возрастания на 15–20% уровня производственно обусловленной иммунозависимой патологии.

Установленная оценка высокого риска развития профессиональной аллергопатологии подтверждается и данными аллергологических исследований 38 работников производства пищевых дрожжей в сравнении с результатами тестирования 20 человек группы контроля. Выполненной специфической лабораторной аллергодиагностикой *in vitro* с полученным оригинальным методом тест-аллергеном из хлебопекарных дрожжевых грибов установлена высокая распространенность среди обследованных работников индукции сенсibilизации [4].

Так, положительная реакция специфического лизиса лейкоцитов на тест-аллерген регистрировалась у  $81,1 \pm 6,44\%$  обследованных работников при ее среднем уровне, почти вдвое превышающем таковой в группе сравнения ( $p < 0,01$ ).

Стимуляция в НСТ-тесте макрофагально-гранулоцитарных клеток крови обследованных работников полученным тест-аллергеном сопровождалась пятикратным возрастанием относительного уровня продукции в них активных форм кислорода ( $p < 0,001$  по отношению к группе сравнения) с достоверно более высокой и величиной индекса специфической стимуляции (далее — ИС), что свидетельствует о циркуляции в крови работников производства пищевых дрожжей сенсibilизированных лейкоцитарных клеток. При этом у  $73,7\%$  обследованных работников установлены сверхнормативные величины индекса стимуляции на грибковый тест-аллерген (с ИС выше  $M_{\text{контр.}} + 1\sigma = 1,05$ ), свидетельствующие о развитии в их организме механизмов аллергических реакций смешанного типа профессионального генеза.

Таким образом, ингаляционное воздействие аэрозолей сухих дрожжевых грибов на организм работников производства пищевых дрожжей обуславливает высокий риск развития профессиональных аллергических заболеваний, что требует внедрения на производстве комплекса мер по обеспечению гигиенической безопасности условий труда и профилактике профессиональной патологии у работников. Этот комплекс включает прежде всего соблюдение и мониторинг ПДК пыли дрожжевых грибов в воздухе рабочей зоны за счет совершенствования основного оборудования в направлении герметизации и укрытия источников пылевыделения, устройства эффективной системы механической общеобменной приточно-вытяжной вентиляции с организацией локальной вытяжной вентиляции из внутренних объемов реакторов, сушильного оборудования, расфасовочно-упаковочных автоматов и других устройств; а также эффективную первичную и вторичную медицинскую профилактику при проведении медицинского профотбора и периодических медицинских осмотров с учетом установленного ведущего вредного аллергического действия на организм аэрозолей пищевых дрожжевых грибов.

Приведенные и другие необходимые требования к объектам биотехнологической промышленности отражены нами в санитарных нормах и правилах «Специфические санитарно-эпидемиологические требования к содержанию и эксплуатации объектов агропромышленного комплекса и объектов промышленности, деятельность которых потенциально опасна для населения», утвержденных и введенных в действие постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 24.01.2020 № 42.

## Литература

1. Критерии гигиенической оценки степени алергоопасности производственной среды: инструкция 2.2.5.11–11–24–2003 / разработ.: В. В. Шевляков [и др.] / М-во здравоохранения Респ. Беларусь // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии. — Минск: ПЧУП «Бизнесофсет», 2004. — Ч. XIII. — С. 106–121.

2. Методика контроля массовой концентрации белка сухих пищевых дрожжей в воздухе рабочей зоны / А. А. Кузовкова [и др.] // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда» 14–15 ноября 2019 года, г. Минск / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; редкол.: С. И. Сычик (гл. ред.), Н. В. Дудчик (зам. гл. ред.) [и др.]. — Минск: РИВШ, 2019. — С. 343–346.

3. Токсиколого-гигиеническая оценка аллергенной активности и опасности сухих дрожжевых грибов / С. И. Сычик [и др.] // Анализ риска здоровью. — 2018. — № 2. — С. 96–104.

4. Филонюк, В. А. Специфическое влияние промышленного штамма дрожжевых грибов на организм работников / В. А. Филонюк, В. В. Шевляков // Донозология-2017. Проблемы гигиенической донозонологической диагностики и первичной профилактики заболеваний в современных условиях: материалы 1-й Евраз. науч. конф., СПб, 14–15 декабря 2017 г. / под общ. ред. М. П. Захарченко. — СПб.: Крисмас+, 2017. — С. 501–504.

5. Экспериментальное обоснование группового гигиенического норматива содержания в воздухе рабочей зоны пыли сухих пищевых дрожжей / С. И. Сычик [и др.] // Здоровье и окружающая среда: сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С. И. Сычик. — Минск: РИВШ, 2019. — Вып. 29. — С. 139–146.

# ВЛИЯНИЕ ВОЗРАСТА И СТАЖА НА ЭЛЕКТРИЧЕСКУЮ АКТИВНОСТЬ СЕРДЦА ВОДИТЕЛЕЙ ГРУЗОВЫХ АВТОМОБИЛЕЙ МЕЖДУНАРОДНОГО СООБЩЕНИЯ

Чернюк В.И., д.м.н., профессор, член-корреспондент Национальной академии медицинских наук Украины, [yik@nani.kiev.ua](mailto:yik@nani.kiev.ua),  
Бобко Н.А., д.б.н., [nbobko7@gmail.com](mailto:nbobko7@gmail.com),  
Антонюк А.Ю., [niura1987@ukr.net](mailto:niura1987@ukr.net)

Государственное учреждение «Институт медицины труда имени Ю.И. Кундиева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев, Украина

Вахтовый режим работы водителей грузового автотранспорта дальнего сообщения предполагает нерегулярность рабочих нагрузок, нарушение режима питания, чередования работы, отдыха и сна, оторванность от семейного круга на длительные периоды времени. Круглосуточный цикл транспортных перевозок предъявляет повышенные требования к системе суточных биоритмов водителя и, согласно Гигиенической классификации (2014 г.), оценивается как дополнительный фактор напряженности труда [1]. К наиболее вредным факторам условий труда, оказывающим неблагоприятное влияние на систему кровообращения водителей посредством повышенного нервно-эмоционального напряжения, относятся следующие: высокая личная ответственность за безопасную транспортировку груза; необходимость длительного сосредоточенного наблюдения на дороге; необходимость постоянного контроля показаний ряда устройств; необходимость постоянно поддерживать готовность к действию в случае необходимости; ненормированный режим труда, включающий и ночные часы, систематически нарушающий циркадные биоритмы организма (цикл сна-активности, расписание приема пищи, семейное общение и т.д.); длительный период отсутствия дома; работа и сон часто в условиях дорожного шума. Повторяющиеся от вахты к вахте, изо дня в день вредные факторы условий труда способствуют развитию известных изменений в функционировании системы кровообращения, отклонениям от нормы и формированию патологии. Отсюда — высокие уровни заболеваемости системы кровообращения у водителей. В частности, в Украине каждому четвертому водителю грузового автотранспорта устанавливается диагноз артериальной гипертензии.

Цель исследования состояла в том, чтобы выявить влияние возраста и стажа работы на характеристики электрокардиограммы и вариабельности сердечного ритма у водителей грузовиков, работающих на автомобилях международного сообщения в Европе.

В исследованиях участвовали практически здоровые лица, которые были ознакомлены с целями и задачами исследования, используемыми методами и подписали Информированное согласие, утвержденное Комиссией по биоэтике Института.

Перед отправкой в двухнедельный рейс в медсанчасти автопредприятия, которое специализируется в сфере международных грузоперевозок промышленных объектов по территории Европы, обследовано 62 водителя грузовых автомобилей — практически здоровых мужчин в возрасте 28–69 лет ( $M \pm m$ :  $50 \pm 1$ ); с общим стажем работы 9–50 лет ( $M \pm m$ :  $30 \pm 1$ ); со стажем работы водителем — 3–47 лет ( $M \pm m$ :  $28 \pm 2$ ); со стажем работы в вахтовом режиме — 0–45 лет ( $M \pm m$ :  $20 \pm 2$ ); со стажем работы в ночное время — от 0 до 45 лет ( $M \pm m$ :  $17 \pm 2$ ). У водителей регистрировалась электрокардиограмма и сердечный ритм с помощью компьютерной системы CARDIOLAB, разработанной в Харьковском авиационном институте (Украина). Электрокардиограмма регистрировалась в состоянии покоя в течение 5 минут — для анализа вариабельности сердечного ритма. Для анализа комплексов PQRSST были выполнены четыре 10-минутные записи ЭКГ. Для изучения электрической активности сердца во фронтальной плоскости использовали шестисосевую систему координат Бейли (1943): 3 стандартных и 3 усиленных однополюсных отведения: отведения I и aVL отражают особенности функционирования боковой стенки желудочка, II — нижней стенки, отведение aVF — левой переднебоковой стенки, III — задней, aVR — правой боковой стенки [2].

Первичная обработка собранного материала производилась с помощью этой же компьютерной системы CARDIOLAB. Математико-статистическая обработка данных осуществлялась с использованием стандартных пакетов компьютерных программ статистической обработки данных (Ms Excel 2007) — базовой статистики, корреляции Пирсона. Данные были проанализированы на уровне статистической значимости  $p < 0,05$ .

Корреляционный анализ показал, что многолетние изменения большинства показателей электрокардиограммы и variability сердечного ритма в большей мере определяются водительским стажем работы, возрастными изменениями и общим стажем работы (таблица 1). Отмечается известное из литературы возрастное снижение симпатических и парасимпатических влияний на формирование сердечного ритма, а также специфические изменения в показателях ЭКГ.

Индекс напряжения растет, и амплитуда моды распределения межсистолических интервалов увеличивается, что свидетельствует об относительном увеличении центральных регуляторных влияний на формирование сердечного ритма водителей с увеличением их возраста и стажа работы, что при прочих равных характеристиках рабочей нагрузки может отражать относительное увеличение рабочего напряжения и физиологической цены выполняемой работы с увеличением возраста и стажа, что согласуется с данными литературы о возрастном увеличении напряженности труда.

Удлинение QT-интервала, описанное в литературе как характерное для представителей ночного и сменного труда, в наших исследованиях оказалось прежде всего связанным с общим и водительским стажем работы (QT, QTc).

С увеличением возраста и стажа работы выявлено уменьшение наклона электрической оси комплекса QRS во фронтальной плоскости (в интервале  $-17^{\circ} \dots 99,6^{\circ}$ , среднее:  $29,6^{\circ}$  — горизонтальная ось сердца, на границе с нормальной) при наибольшем коэффициенте корреляции со стажем ночной работы. Смещение электрической оси сердца из нормального положения в горизонтальное может отражать формирование ожирения у водителей грузовых автомобилей как результат систематических нарушений повседневного режима сна и приема пищи, что описано в наших более ранних исследованиях [3].

На этом фоне обращает на себя внимание выявленный факт возрастнo-стажевого укорочения комплекса QRS, отображающего деполяризацию миокарда желудочков, который, по данным литературы, удлиняется при развитии ожирения, артериальной гипертензии — которые характерны для обследуемой группы. Уменьшение длины комплекса QRS в литературе описывается чаще в связи с приемом фармакологических препаратов, однако есть единичные данные о его вкладе в развитие внезапной сердечной смерти — при сопутствующих колебаниях сегмента ST и других признаках [4].

Стаж ночной работы выявлен определяющим также для снижения амплитуды зубца Q в третьем отведении (QaIII) (отражающем начальный моментный вектор деполяризации межжелудочковой перегородки — процесс возбуждения ее левой половины).

В целом можно сделать заключение о неблагоприятном влиянии стажа ночных работ у водителей грузовых автомобилей на деполяризацию миокарда желудочков, начиная с его самой ранней стадии.

Стаж вахтового труда (неделями вдали от дома, сон в кабине автомобиля, отсутствие нормального отдыха и общения с семьей, друзьями, родственниками) выявлен определяющим для следующих изменений показателей: снижение (депрессия) интервала ST в третьем отведении (STIII, мВ/сек), увеличение соотношения QT/QTc в отведении VR (QT/QTc<sub>VR</sub>, мс) и увеличение моды распределения межсистолических интервалов (отражающем замедление пульса). Смещение интервала ST (депрессию) связывают с развитием повреждений миокарда — как следствием недостаточности коронарного кровообращения или некоронарогенных изменений миокарда [5]. Возраст-зависимое урежение пульса, обнаруживаемое как наиболее связанное со стажем вахтового труда, может отражать ускоренное старение сердечной мышцы в таких условиях.

Таблица 1. — Достоверные ( $p < 0,05$ ) коэффициенты корреляции показателей электрокардиограммы и variability сердечного ритма с характеристиками возраста и стажа работы водителей грузовых автомобилей дальнего следования

№	Показатели ЭКГ и ВСР	Возраст	Общий стаж работы	Водительский стаж	Стаж работы в вахтовом режиме	Стаж ночной работы
1.	dRR1, мс	-0,46	-0,41	<b>-0,46</b>	-0,37	-0,30
2.	aF QRS1, °	-0,31	-0,28	-0,25	-0,27	<b>-0,34</b>

№	Показатели ЭКГ и ВСР	Возраст	Общий стаж работы	Водительский стаж	Стаж работы в вахтовом режиме	Стаж ночной работы
3.	QRS1, мс	-0,27	-	<b>-0,36</b>	-	-
4.	QT1, мс	-	<b>0,30</b>	-	-	-
5.	QTc1, мс	0,29	0,27	<b>0,32</b>	-	-
6.	QaI, мкВ	0,42	<b>0,46</b>	0,42	0,42	0,30
7.	QaIII, мкВ	-0,64	-0,53	-0,48	-0,64	<b>-0,67</b>
8.	QaaVL, мкВ	<b>0,43</b>	0,35	0,35	0,28	
9.	QaaVF, мкВ	<b>-0,38</b>	-	-	-	-
10.	SaI, мкВ	<b>0,38</b>	0,37	-	-	-
11.	SaaVL, мкВ	0,40	<b>0,41</b>	0,41	-	-
12.	/_STI, мВ/с	-0,34	-0,37	<b>-0,42</b>	-0,28	-
13.	/_STII, мВ/с	-0,45	-0,42	<b>-0,49</b>	-0,41	-
14.	/_STIII, мВ/с	-0,27	-	-0,28	<b>-0,32</b>	-
15.	/STaVR, мВ/сек	0,49	0,49	<b>0,55</b>	0,44	-
16.	/STaVF, мВ/сек	-0,41	-0,38	<b>-0,44</b>	-0,43	-
17.	QRSI, мс	-0,27	-	<b>-0,32</b>	-	-
18.	QRSaVR, мс	-0,36	-0,37	<b>-0,41</b>	-	-
19.	QRSaVF, мс	-0,24	-	<b>-0,28</b>	-	-
20.	RaII, мкВ	<b>-0,28</b>	-	-	-	-
21.	RaIII, мкВ	-0,38	<b>-0,38</b>	-0,33	-0,29	-0,27
22.	RaaVF, мкВ	<b>-0,27</b>	-	-	-	-
23.	РдIII, мс	-	<b>0,38</b>	-	-	-
24.	QT/QTcaVR, мс	-	-	-	<b>0,35</b>	-
25.	BAP	-0,47	-0,40	<b>-0,50</b>	-	-
26.	SDNN	-0,41	-0,34	<b>-0,44</b>	-	-
27.	RMSSD	-0,35	-0,28	<b>-0,35</b>	-	-
28.	CV	-0,45	-0,37	<b>-0,45</b>	-	-
29.	Mo	-	-	-	<b>0,30</b>	-
30.	Amo	0,32	0,31	<b>0,36</b>	-	-
31.	ИН(SI)	0,26		<b>0,29</b>	-	-
32.	TP	-0,38	-0,33	<b>-0,43</b>	-	-
33.	VLF	-0,29	-0,29	<b>-0,31</b>	-	-
34.	LF	-0,42	-0,34	<b>-0,46</b>	-	-
35.	HF	-0,35	-0,27	<b>-0,38</b>	-	-
36.	HRVti	-0,38	-0,37	<b>-0,43</b>	-	-

Примечание: жирным шрифтом выделены наибольшие в ряду значения коэффициентов корреляции.

Таким образом, наряду с известными возрастными изменениями в функционировании сердечной мышцы у водителей грузовых автомобилей дальнего следования выявлено их ускоренное формирование в связи со стажем вахтового труда (урежение пульса), водительского труда (снижение симпатических и парасимпатических влияний на формирование сердечного ритма). Выявлены специфические прогностически неблагоприятные изменения в электрической активности сердца, отражающие повышенный риск формирования патологии, которые связаны со стажем ночных работ (снижение амплитуды зубца Q, отражающее ослабление начального этапа систолы желудочков; смещение электрической оси комплекса QRS — как следствие формирования ожирения), вахтового труда (смещение (депрессия) интервала ST, свидетельствующее о повреждении миокарда), водительского труда (удлинение интервала QTc).

Для сохранения здоровья и профессионального долголетия водителям грузовых автомобилей дальнего следования необходимо использовать комплекс профилактических мероприятий.

## Литература

1. Гігієнічна класифікація праці за показниками шкідливості та небезпечності факторів виробничого середовища, важкості та напруженості трудового процесу [Електронний ресурс]: державні санітарні норми та правила: затверджені наказом Міністерства охорони здоров'я України 08.04.2014 № 248. — Режим доступу: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z0472-14#Text>. — Дата доступу: 10.11.2020.
2. Основы электрокардиографии [Электронный ресурс] // Компендиум. Руководство по кардиологии. — Режим доступа: <https://compendium.com.ua/clinical-guidelines/cardiology/section-5/glava-1-osnovy-elektrokardiografii/>. — Дата доступа: 08.07.2019.
3. Чернюк, В. И. Влияние ночных работ на функциональное состояние водителей грузовых автомобилей / В. И. Чернюк, Н. А. Бобко, Д. А. Гадаева // Клінічна та експериментальна патологія. — 2018. — Т. 17, № 3 (ч. 2). — С. 150–155.
4. Шевчук, М. И. Значение продолжительности комплекса QRS ЭКГ у пациентов с артериальной гипертензией / М. И. Шевчук, Л. А. Мартимьянова, Н. И. Яблунчанский // Вісник ХНУ імені В. Н. Каразіна. Серія «Медицина». — 2012. — № 23 (998). — С. 88–101.
5. Причины и клиническое значение ЭКГ-феномена элевации сегмента ST / В. С. Задионченко [и др.] // Русский медицинский журнал. — 2011. — № 31. — С. 2010–2017.

Поступила 02.11.2020

## ОПЫТ ПРИМЕНЕНИЯ ИНЪЕКЦИЙ УГЛЕКИСЛОГО ГАЗА ПРИ ТЕРАПИИ СПОНДИЛОГЕННОГО БОЛЕВОГО СИНДРОМА У РАБОТНИКОВ ВРЕДНЫХ ПРОФЕССИЙ

<sup>1,2</sup>Шайхлисламова Э. Р., к. м. н., доцент, [shajkh.ehlmira@yandex.ru](mailto:shajkh.ehlmira@yandex.ru),

<sup>1</sup>Галлямова С. А., к. м. н., [Lana.gallyatova@mail.ru](mailto:Lana.gallyatova@mail.ru),

<sup>1</sup>Урманцева Ф. А., [lady.ferdaus@yandex.ru](mailto:lady.ferdaus@yandex.ru)

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения России, г. Уфа, Россия

Сохранение здоровья работников вредных профессий — важнейшая задача в обеспечении трудоспособности промышленного потенциала страны в целом и Уральского региона в частности, территории, перенасыщенной предприятиями горнодобывающей, металлургической, нефтехимической и нефтедобывающей промышленности [1].

Среди профессиональных и профессионально обусловленных заболеваний опорно-двигательного аппарата, генез которых связан с перенапряжением органов, микротравматизацией и вибрационным воздействием, преобладают поражения позвоночника, протекающие с болевым синдромом. Кроме того, у пациентов с длительным вертеброгенным анамнезом в ответ на изменение двигательного стереотипа формирующиеся рефлекторные скелетно-мышечные нарушения сами становятся дополнительным источником болевой импульсации. Как известно, пик распространенности боли в спине приходится на наиболее трудоспособный возраст и профессиональную зрелость [2].

В острый период заболевания для купирования болевого синдрома, как правило, используются нестероидные противовоспалительные средства (далее — НПВС), по уменьшению которого через 5–10 дней рекомендованы немедикаментозные методы лечения.

Одной из популярных и широко используемых медицинских технологий в практике врачей различных специальностей в стиле «Off label терапия» (применение препарата вне официальной инструкции по применению) является карбокситерапия (далее — КТ) — введение углекислого газа высокой степени очистки, применение которой, по данным литературы, оказывает благоприятное воздействие при спондилогенных заболеваниях [3]. При нарушениях функции опорно-двигательного аппарата лечение углекислым газом позволяет устранить воспаление, хроническую суставную,

скелетно-мышечную боль, улучшить микроциркуляцию и трофику тканей, а также сократить длительность/дозу приема лекарственных препаратов и минимизировать побочные эффекты, вызываемые ими. В то же время в случае наличия непереносимости лекарственных средств предпочтение, как правило, перед КТ и другими лечебными физическими методами воздействия. Инъекционное (подкожное, внутримышечное) введение очищенного углекислого газа осуществляется, как правило, в паравертебральные и периартикулярные ткани локомоторного аппарата, а также внутрисуставно. Клинический эффект КТ проявляется в купировании или снижении интенсивности болевого синдрома, расширении двигательного режима, устранении мышечного напряжения в месте проведения процедуры, а также улучшении самочувствия и качества жизни пациента, повышении работоспособности [4].

С целью обоснования применения инъекций углекислого газа при терапии спондилогенных болевых синдромов у работников, занятых в условиях труда, не отвечающих санитарно-гигиеническим требованиям, проведено обследование и лечение 30 работников, чья трудовая деятельность связана с преимущественным воздействием тяжести и вибрации. Пациенты получали медикаментозную терапию, включающую НПВС, витамины группы В, препараты никотиновой кислоты, миорелаксанты. Для улучшения обменно-трофических процессов, уменьшения напряжения длинных мышц спины проводился курс инъекционного введения углекислого газа, лечебной физкультуры и массажа. В зависимости от вида получаемой терапии больные были разделены на две сопоставимые по возрасту и стажу группы. В 1-й группе (15 человек) использовались базовая медикаментозная терапия, массаж и лечебная физкультура, во 2-й (15 человек) наряду с медикаментозной терапией проводился курс КТ с использованием аппарата INCO2 (Medexim, Словакия), включающий 8–10 ежедневных процедур подкожных инъекций углекислого газа высокой степени очистки в наиболее болезненные паравертебральные точки.

Воздействие проводимого лечения оценивалось по состоянию периферических спинномозговых нервов методом стимуляционной электронной миографии (СЭНМГ) на аппаратно-программном комплексе «Нейро-МВП-Нейрософт» и по данным реовазографии (РВГ) на аппаратно-программном комплексе «Кредо», Россия, позволяющим судить о периферическом кровообращении верхних конечностей. Анализу подверглись следующие параметры электронной миограммы: амплитуда моторного М-ответа; амплитуда сенсорного невральное ответа; резидуальная латенция; скорости распространения возбуждения (СРВ) по двигательным и чувствительным волокнам срединных, подкрыльцовых, мышечно-кожных нервов с обеих сторон; амплитуда, латентный период, коэффициент дисперсии F-волн срединных нервов; реовазографии — реографический, диастолический, дикротический индексы [4].

В клинической картине заболевания у 93,3% пациентов наблюдались ноющие боли в области шеи, иррадиирующие в плечо, надплечье, у 60% — в одну или обе верхние конечности. У третьей части пациентов боли сопровождались прострелами, у 13,3% — парестезиями в виде «ползания мурашек», онемения на кистях, повышенной зябкости кистей и пальцев рук. Частыми были и жалобы на головные боли, возникавшие у 90% больных. Распределение выраженности болевого синдрома по ВАШ выглядело следующим образом: слабая боль (до 3 баллов) — у 33,3%, умеренная (от 4 до 6 баллов) — у 53,3%, выраженная на уровне 7–9 баллов — у 13,3% работников.

Давность заболевания по анамнестическим данным составила от 3 до 5 лет. При этом причинами обострения со слов самих пациентов являлись физическое перенапряжение, статические нагрузки, психогенные и стрессовые факторы.

При объективном исследовании обнаружено ограничение объема активных движений в шейном отделе позвоночника в 96,7% случаев, дефанс поверхностных и глубоких мышц шеи 0–1-й степени в 46,6% случаев, 1-й степени — в 53,3% случаев. Ограничение объема движений в локтевых и плечевых суставах с болезненностью при пальпации периартикулярных тканей этих суставов обнаружено у 33,3% пациентов, снижение болевой чувствительности в зоне иннервации отдельных корешков — у 16,7%. Вегетативно-трофические нарушения кистей в 83,3% случаев были представлены дистальным гипергидрозом, в 60% — акроцианозом и в 6,7% случаев — трофическими изменениями кожи и ногтей.

Основным проявлением поражения позвоночника у большинства пациентов обеих групп были вертебральные и экстравертебральные рефлекторные синдромы в виде цервикокраниалгии, цервикобрахиалгии с мышечно-тоническими, нейродистрофическими и невровазкулярными нарушениями, характерные для 80% лиц 2-й группы и 73,3% — 1-й группы. Отметим также, что 60% больных 2-й группы и 53,3% из 1-й группы находились на момент начала лечения в остром периоде заболевания.

После проведения курса лечения регресс ведущего в клинической картине алгического синдрома наблюдался в обеих группах. Однако в 1-й группе пациентов уровень боли, оцененный по ВАШ, снизился лишь на 60%, в то время как у пациентов, получавших КТ, — на 73,3%.

Терапия привела к уменьшению выраженности мышечно-тонических феноменов на 26,7% в 1-й группе и на 33,3% — во 2-й; снижению дефанса мышц в половине случаев в обеих группах; увеличению активных движений в шейном отделе позвоночника и объема движений в суставах верхних конечностей на 33,3% в 1-й группе и на 40% — во 2-й.

Показатели СЭНМГ, выявленные у пациентов после курса лечения с применением инъекций углекислого газа, были достоверно выше, чем у больных, не получавших ее: амплитуды М-ответов ( $p < 0,05$ ), сенсорного ответа срединных нервов, СРВ по двигательным и чувствительным волокнам исследованных нервов ( $p < 0,01$ ); при этом резидуальные латентности срединных нервов ( $p < 0,01$ ), а также подкрыльцовых и мышечно-кожных нервов были ниже. Наряду с этим показатели F-волн срединных нервов достоверно отличались от таковых у пациентов, принимавших стандартное лечение: отмечалось увеличение амплитуды F-волн ( $p < 0,01$ ), уменьшение средней латентности F-волн и коэффициента дисперсии ( $p < 0,01$ ). После проведенного лечения количество блоков проведения F-волн для срединных нервов, зарегистрированных в 40% случаев в 1-й группе и в 46,7% — во 2-й группе, сократилось соответственно на 15 и 23%.

Полученные результаты свидетельствуют об улучшении проведения нервного импульса по периферическим нервам верхних конечностей и корешкам С6–8-Th1 спинномозговых нервов у пациентов, получавших наряду со стандартным лечением КТ.

При анализе данных реовазограмм выявлено, что пульсовое кровенаполнение сосудов конечностей, реографический индекс, у лиц 2-й группы был выше, чем у пациентов 1-й группы. Диастолический индекс, отражающий тонус вен и состояние оттока крови из артерий в вены, а также тонус артериол (дикротический индекс) были ниже у пациентов, получавших инъекции углекислого газа ( $p < 0,01$ ).

Эти данные показывают, что у пациентов, для лечения которых дополнительно использовалась КТ, показатели гемодинамики после терапии были лучше.

Таким образом, одним из важных критериев эффективности инъекционного применения углекислого газа при спондилогенном болевом синдроме у работников вредных профессий является снижение интенсивности болевого синдрома, тонуса и степени нейродистрофических проявлений в паравертебральных мышцах, что обеспечивает снятие напряжения связочно-мышечного аппарата и увеличение объема движений. Показано, что у пациентов, дополнительно получавших инъекции углекислого газа, на 35% улучшилось проведение нервного импульса по периферическим нервам верхних конечностей и корешкам С6–8-Th1 спинномозговых нервов по данным СЭНМГ и на 45% — гемодинамика периферических кровеносных сосудов по результатам РВГ. КТ как метод восстановительной альтернативной медицины в связи с малой инвазивностью, многочисленными физиологическими свойствами углекислого газа, доступностью, отсутствием неблагоприятных последствий, допустимостью проведения в амбулаторных условиях позволяет заявить его в качестве эффективного способа лечения заболеваний спондилогенной природы.

## Литература

1. Структура и динамика профессиональной заболеваемости в Республике Башкортостан / А.Б. Бакиров [и др.] // Медицина труда и промышленная экология. — 2016. — № 4. — С. 40–44.
2. Оранский, И.Е. Системный подход к сохранению здоровья работников промышленных предприятий / И.Е. Оранский, А.Н. Разумов, А.А. Федоров // Современное состояние санаторно-курортного дела и перспективы его развития: сб. материалов юбилейной науч.-практ. конф., Пятигорск, 9–10 июня 2015 г. / гл. ред. Н.Ф. Ефименко. — Пятигорск, 2015. — С. 33–36.
3. Зеленкова, Г. Карбокситерапия / Г. Зеленкова. — Свидник; Словакия, 2015. — 112 с.
4. Хаткевич, А.С. Инъекционная карбокситерапия в лечении скелетно-мышечных болей / А.С. Хаткевич, В.В. Елагин, О.В. Сорокина // Вестник физиотерапии и курортологии. — 2019. — № 3. — С. 104–105.
5. Зенков, Л.Р. Функциональная диагностика нервных болезней: руководство для врачей / Л.Р. Зенков, М.А. Ронкин. — 5-е изд. — М.: МЕДпресс-информ, 2013. — 488 с.

## **КОРПОРАТИВНАЯ МЕДИЦИНА: ПРЕДИКАТИВНАЯ, ПРЕВЕНТИВНАЯ И ПЕРСОНАЛИЗИРОВАННАЯ. СОЦИАЛЬНОЕ ПАРТНЕРСТВО НАУКИ И БИЗНЕСА**

*Шастин А. С., к. м. н., shastin@ymrc.ru,  
Газимова В. Г., к. м. н., venera@ymrc.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Россия

Сохранение здоровья работающих граждан является одним из приоритетных направлений государственной политики Российской Федерации в области трудовых отношений. Особую актуальность необходимости решения этой задачи придает демографический прогноз до 2035 г. Федеральной службы государственной статистики, согласно которому в долгосрочном периоде средний возраст трудоспособного населения будет расти [1, 2].

В настоящее время в Российской Федерации все большее значение придается участию субъектов предпринимательской деятельности в охране здоровья работающих граждан. Национальным проектом «Демография» запланирована разработка модельных корпоративных программ, содержащих наилучшие практики по укреплению здоровья работников. А также внедрение корпоративных программ, содержащих наилучшие практики по укреплению здоровья работников.

Необходимость распространения лучших практик по охране здоровья работников поддерживается Российским Союзом промышленников и предпринимателей. По инициативе бизнес-сообщества разработан проект Национального Стандарта «Системы менеджмента безопасности труда и охраны здоровья. Организация медицинской помощи, профилактики заболеваний и укрепления здоровья работников». В стране накоплен значительный опыт по реализации корпоративных практик охраны здоровья работающего населения [3].

В то же время реализуемая в Российской Федерации Концепция предиктивной, превентивной и персонализированной медицины предусматривает применение персонализированных методов диагностики и лечения заболеваний, основанное на анализе генетических особенностей и иных биомаркеров с целью выявления предрасположенностей к развитию заболеваний и влияния на риски развития этих заболеваний от факторов окружающей среды, в том числе условий труда, применении соответствующих профилактических мер, минимизирующих такие риски; использование биомаркеров и для мониторинга эффективности лечения.

Высокая эффективность реализации основных принципов Концепции предиктивной, превентивной и персонализированной медицины в рамках корпоративных программ по укреплению здоровья работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, возможна при взаимодействии субъектов предпринимательской деятельности и специалистов медицины труда, в частности, научных учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека.

Более 15 лет федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (далее — ЕМНЦ) реализует партнерские отношения с крупными субъектами социально-ответственного бизнеса по управлению риском для здоровья работающих и населения в связи с хозяйственной деятельностью предприятий [4].

В 2019–2020 гг. реализован очередной проект: «Разработка и реализация риск-ориентированных персональных медико-профилактических программ для работающих в приоритетных профессиях» предприятия по производству черного и марочного свинца.

Разработка практических медико-профилактических мероприятий была сопряжена с проведением научных исследований, предусмотренных планом работы ЕМНЦ.

Цель работы — сохранение профессионального здоровья и увеличение продолжительности трудовой деятельности работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

Задачи:

— исследование влияния основных факторов производственной среды и трудового процесса на органы-мишени;

— оценка влияния свинца на органы-мишени: сердечно-сосудистую систему, центральную и периферическую нервную систему, щитовидную железу, кости, цитогенетический аппарат, печень, почки, клеточный энергообмен;

— проведение дополнительного обследования работников отдельных профессий, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда;

— разработка групповых и персональных адресных риск-ориентированных медико-профилактических программ на принципах предиктивной, превентивной и персонализированной медицины.

Объект исследования — обособленное подразделение крупного металлургического предприятия Свердловской области.

Субъект исследования — все плавильщики отделения рафинирования металлургического цеха общей списочной численностью 72 человека.

Критерии выбора субъектов исследования: эпидемиологические данные (уровень впервые выявленной профессиональной заболеваемости за последние 15 лет по отдельным профессиям; уровень предварительных диагнозов и подозрений на хроническое профессиональное заболевание, группа повышенного риска развития профессиональной патологии) и условия труда (собственные данные ЕМНЦ об оценке профессионального риска на рабочих местах; данные работодателя об условиях труда (производственный лабораторный контроль, специальная оценка условий труда).

По совокупности всех критериев плавильщики отделения рафинирования металлургического цеха признаны приоритетной профессией с максимальным риском развития профессиональной и производственно обусловленной патологии, потенциально препятствующей дальнейшей работе в профессии.

Факторы производственной среды у плавильщиков отделения рафинирования: свинец и его неорганические соединения, медь, оксид цинка, мышьяк и его неорганические соединения (<40%), сурьма и ее соединения, формальдегид, оксид кальция, оксид азота, диоксид серы, оксид углерода, углеводороды алифатические предельные C1–C10, кремний диоксид кристаллический при содержании в пыли более 70%, кремний диоксид аморфный при содержании в пыли до 10%, шум, вибрация локальная, нагревающий микроклимат, тяжесть труда.

Работа выполнялась в кооперации нескольких подразделений ЕМНЦ. Исполнители: отдел организации медицины труда, научно-производственный отдел лабораторно-диагностических технологий, отдел токсикологии и биопрофилактики, научно-производственный отдел функциональной и лучевой диагностики, отдел физико-химических методов исследования. Предварительная оценка профессионального риска проведена специалистами отдела медицины труда ЕМНЦ в 2019 г. на 6 технологических участках в 13 профессиях.

Оценка соматического состояния здоровья работников осуществлена по результатам:

— очередного периодического медицинского осмотра (далее — ПМО) работников 2019 г. (с учетом данных ПМО за предыдущие 5 лет);

— проведения анкетирования работников (опросник «Оценка состояния здоровья работающих в контакте с токсическими веществами», нейрокогнитивное тестирование с использованием батареи тестов: Монреальская шкала когнитивного дефицита, тест на семантическую и фонетическую речевую активность);

— углубленного обследования всех работников в условиях клиники ЕМНЦ (по согласованию с предприятием в течение 8 месяцев с момента завершения ПМО).

Во время ПМО произведен отбор крови и проведено физико-химическое исследование уровня металлов в крови: свинец, цинк, медь. Дополнительно исследован уровень кадмия в крови, не выявляемого предприятием в качестве вредного фактора производственной среды. Также при проведении ПМО произведен отбор крови для первичного скрининга по отдельным критериям токсического действия (определение уровня SH-групп в плазме крови, активность фермента — сукцинатдегидрогеназы в лимфоцитах крови, подсчет микроядер в клетках буккального эпителия).

Углубленное обследование в условиях стационара дополнительно включало: неврологическое обследование, электронейромиографию, электроэнцефалографию с пробами, исследование соматосенсорных вызванных потенциалов, нейропсихологическое тестирование, исследование семейства натрийуретических пептидов, уровня остеокальцинов, уровня гормонов щитовидной железы, суточное мониторирование ЭКГ и АД, вариабельность ритма сердца, эхокардиографию, УЗИ БЦА, стресс-эхокардиографию, сфигмографию.

Проанализированы действующие на предприятии программы и планы в области охраны труда и промышленной безопасности, реализуемые на предприятии мероприятия по профилактике

профессиональных заболеваний. Проведен анализ материально-технической и кадровой базы здравпункта, санатория-профилактория (по каждой модели оборудования в связи с производственными факторами).

Частично работы выполнены за счет субсидий федерального бюджета в рамках финансирования государственного задания и в соответствии с планом научно-исследовательских работ ЕМНЦ.

Все полученные результаты использованы при разработке групповых и персональных риск-ориентированных медико-профилактических программ на принципах предиктивной, превентивной и персонализированной медицины. При разработке групповых и персональных медико-профилактических программ учитывались результаты оценки профессионального риска для здоровья работающих, а также технологические возможности здравпункта и санатория-профилактория предприятия.

Полученные результаты дают основания полагать, что взаимодействие субъектов предпринимательской деятельности и научных учреждений Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека — эффективный механизм сохранения профессионального здоровья работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда.

## Литература

1. Аганбегян, А. Г. Демографическая драма на пути перспективного развития России / А. Г. Аганбегян // Народонаселение. — 2017. — № 3 (77). — С. 4–23.
2. Возможности анализа заболеваемости с временной утратой трудоспособности субъектов предпринимательской деятельности / А. С. Шагин [и др.] // Профилактическая медицина. — 2019. — Т. 22, № 4–2. — С. 12–16.
3. Соболевская, О. В. Лучшие корпоративные практики охраны здоровья работающего населения / О. В. Соболевская, В. М. Черепов, М. С. Соболевская // Здоровье и безопасность на рабочем месте: сб. науч. тр. / М-во труда и соц. защиты Респ. Беларусь, Гос. предпр. «Респ. центр охраны труда Минтруда и соцзащиты Респ. Беларусь», Федеральное гос. бюджет. науч. учр. «Науч.-исслед. ин-т медицины труда им. академика Н. Ф. Измерова»; гл. ред.: И. В. Бухтияров, Т. М. Рыбина. — Минск: ООО Полиграфт, 2019. — Т. 1, вып. 3. — С. 298–302.
4. О потенциале установления партнерских отношений между социально-ответственным бизнесом и органами и учреждениями Роспотребнадзора в целях управления риском для здоровья работающих и населения / В. Б. Гурвич [и др.] // Современные вопросы здоровья и безопасности на рабочем месте: материалы I Международного научного форума, Минск, 1–3 июня 2017 г. / [редкол.: И. В. Бухтияров, А. Н. Гоменюк (гл. ред.) и др.]. — Минск: Регистр, 2017. — С. 113–118.

Поступила 10.11.2020

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОТЕНЦИАЛЬНОЙ АЛЛЕРГООПАСНОСТИ ПРОМЫШЛЕННЫХ АЭРОЗОЛЕЙ

*Шевляков В. В., д. м. н., профессор, shev-vitaliy@mail.ru,  
Эрм Г. И., к. б. н., erm\_galina@mail.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Основным направлением обеспечения безопасности условий труда и сохранения здоровья работников является гигиеническая регламентация вредных факторов производственной среды, поскольку установление и соблюдение гигиенических нормативов производственных вредностей главным образом отражаются на формировании благоприятных условий труда, на сохранении здоровья и работоспособности работников.

Вместе с тем для целого ряда промышленной органической (полные антигены), металлической и смешанной пыли (гаптены) как потенциального аллергена не установлены научно обоснованные предельно допустимые концентрации в воздухе рабочей зоны (далее — ПДКврз), а ПДКврз известных аллергоопасных аэрозолей на многих предприятиях не соблюдаются вследствие несовершенства технологических процессов и производственного оборудования, что не позволяет обеспечить без-

опасные условия труда и профилактику профессиональной аллергической заболеваемости у работников.

По данным Республиканского профпатологического центра, ежегодно у 3–12 работающих клинически диагностируется аллергопатология с предполагаемой производственной обусловленностью. Однако установить причинно-следственную связь и подтвердить профессиональный генез аллергического заболевания у работников не позволяет отсутствие коммерческих диагностических препаратов и систем на основе специфических тест-аллергенов на производственные вещества-аллергены.

Вместе с тем уже на первых этапах гигиенической оценки пылевого фактора на рабочих местах возможно установление потенциальной аллергоопасности пылевого аэрозоля и его этиологической роли в формировании профессиональной аллергической патологии у работника.

Целью исследования являлось обоснование рациональных методов отбора образцов промышленной пыли на рабочих местах в зависимости от основных источников пылевыделения, определение значимых санитарно-химических показателей пыли, отражающих их потенциальную аллергоопасность.

Лабораторные и аналитические исследования выполнены в соответствии с действующими нормативно-методическими документами [1, 4] и другими техническими нормативными правовыми актами.

На многих производствах ведущим вредным фактором является загрязнение воздуха рабочей зоны пылью, представляющей собой дисперсную систему (аэрозоль), в которой дисперсной фазой являются твердые частицы, а дисперсной средой — воздух. К промышленной пыли относятся аэрозоли дезинтеграции с твердыми частицами, поступающими в воздух в результате механического измельчения твердых материалов (дробление, помол) или лиофильной сушки жидких продуктов, их перемещения (транспортировка), фасовки, упаковки (распаковки) и других технологических процессов.

Источниками образования пыли на производстве являются конструктивные недостатки технологических процессов и производственного оборудования, а условиями, способствующими пылевыделению, служат недостаточная герметизация и укрытие пылящего оборудования, отсутствие или неэффективность систем вентиляции, использование ручных операций.

Вредное действие пыли зависит от ее физических, физико-химических и химических свойств, прежде всего от концентрации во вдыхаемом воздухе, дисперсности, формы частиц, удельной поверхности пыли, растворимости, адсорбционной способности [2].

Аллергическое действие пыли определяется химическими свойствами и структурой таких веществ, как гаптены (химические вещества и металлы-аллергены, способные конъюгировать с аутобелками организма и образовывать комплексный антиген, триггирующий гипериммунный ответ) или как облигатные антигены (содержащие протеины, липопротеины, полисахариды). Особенность аллергического действия на организм нормированных в воздухе рабочей зоны аэрозолей (таблица 18.3 «ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны» в главе 18 Гигиенических нормативов «Показатели безопасности и безвредности продукции и факторов среды обитания человека») обозначена буквой «А» (вещества, способные вызывать аллергические заболевания у работников). Причем нормированные в воздухе рабочей зоны промышленные аэрозоли, имеющие отметку «А», обладают в основном сильной и выраженной сенсibiliзирующей способностью (1 и 2 класс аллергенной опасности) и представляют высокий риск развития аллергического поражения работников при превышении уровня содержания в воздухе производственной среды величины их ПДК.

Анализом результатов изучения и гигиенического нормирования аллергоопасной промышленной пыли установлено, что первоначальным этапом оценки ее потенциальной аллергенной опасности является: дифференцирование пыли по происхождению и опасности на основе идентификации исходного материала (вещества), подвергающегося дезинтеграции или перемещению, по происхождению и физико-химическим свойствам; определение наличия гигиенического норматива в воздухе рабочей зоны и отметок особенностей вредного аллергического действия нормированной пыли на организм, установление фактических концентраций аэрозоля в воздухе рабочей зоны на соответствие ПДК.

Причем обязательное наличие методик определения в воздухе рабочей зоны нормированных промышленных аллергенов (далее — ПА) позволяет при выполнении комплексной гигиенической оценки условий труда по показателям вредности и опасности факторов производственной среды и (или) аттестации рабочих мест по условиям труда объективно идентифицировать конкретный ПА

и уровни его загрязнения производственной среды, что является приоритетным в установлении этиологии аллергической манифестации у работника.

При дифференцировании не нормированной пыли сложного происхождения (химические смеси, красители, пластические массы, полимеры и сополимеры, искусственные и синтетические волокна и др.) проводят идентификацию потенциального химического вещества-аллергена, ориентируясь на «Перечень основных веществ-аллергенов и характер алергоопасных работ с ними» (приложение 2) [1]. Определение его в составе отобранных образцов пыли доступными методиками позволяет предполагать его в качестве наиболее вероятной причины развития производственно обусловленной алергопатологии у работника.

Однако наиболее часто требуется дифференцировать не нормированную пыль органической природы растительного, животного или смешанного происхождения, которая при интенсивном поступлении в организм ингаляционным путем представляет высокий риск формирования у работников аллергических заболеваний, поскольку все их виды содержат белково-антигенные комплексы [3]. Характер ведущего вредного аллергического действия этой пыли на организм главным образом определяет содержание в ней белка.

Для гигиенической оценки потенциальной алергоопасности органической промышленной пыли и установления ее этиологической роли в формировании алергопатологии у конкретного работника требуется выполнить лабораторные исследования по определению содержания в ней веществ-аллергенов и получению из пыли экстрактов с концентрацией растворимых протеинов, достаточной для экспериментальной и клинической алергодиагностики. С этой целью на конкретных рабочих местах, в зависимости от источников пылеобразования и условий пылевыделения, используют следующие апробированные нами рациональные способы отбора в достаточном количестве (не менее 2 г) образцов промышленной пыли для лабораторных исследований:

— при рассредоточенных по производственному помещению или локальных не укрытых источниках пылеобразования наиболее приемлемый способ отбора седиментированной пыли — путем ее сметания щеткой или кистью с мягким ворсом на лист плотной бумаги (мелованной, вощеной) или аспирации пылесосом с поверхностей производственного оборудования;

— при наличии в производственных помещениях систем механической общей и/или местной вытяжной вентиляции оптимальным способом является отбор образцов пыли из фильтров очистки или накопителей циклонов пылеочистки воздуха, удаляемого вытяжной вентиляцией.

Так, при рассредоточенных источниках пылеобразования (например, в помещениях содержания птицы) и отсутствии в производственных помещениях общей вытяжной вентиляции (напольные и клеточные птичники) используют способ легкого (без давления) сметания щеткой или кистью пыли с поверхностей осевых вентиляторов. Аналогично рационален способ сметания пыли с поверхностей оборудования, рассредоточенного на больших производственных площадях, например, на мукомольном, крупяном и подобных производствах.

На производствах с рассредоточенными или локальными источниками пылеобразования при оборудовании производственных помещений эффективной системой общей вытяжной вентиляции (например, животноводческое, кормоприготовительное и комбикормовое производства, цеха текстильной переработки шерстяных, льняных, хлопковых и синтетических волокон и т. д.) рационален способ отбора типичных образцов пыли из ее поверхностного слоя в накопителях циклонов пылеочистки, удаляемых общей вытяжной вентиляцией воздуха перед выбросом в атмосферу.

На производствах с локальными источниками пылеобразования, укрытыми и оборудованными местной вытяжной вентиляцией (сушка, транспортировка и пересыпка сыпучих материалов, их фасовка, упаковка/распаковка и т. п.), оптимальным является способ отбора образцов пыли из ее поверхностного слоя на фильтрах или в накопителях циклонов пылеочистки воздуха, удаляемого местной вытяжной вентиляцией.

Лабораторное определение известной методикой [5] в отобранных образцах органической пыли содержания протеинов 5 % и более свидетельствует о высоком потенциальном риске данной пыли в развитии алергопатологии. Так, например, нами установлено высокое содержание белка в отобранных образцах органической пыли животного происхождения в пыли птицеводческого производства 7,9–11,7 %, шерстяной пыли 39,9–84,0 %, в пыли сухой молочной сыворотки 16,9–18,6 %, сухого обезжиренного молока 31,1–32,4 %, сухого казеина технического — в среднем 70,7 %. Причем в последующих экспериментах установлено, что белково-антигенные комплексы всех изученных видов органической пыли животного происхождения обладают сильной сенсibilизирующей способностью, а пыль классифицирована как чрезвычайно алергоопасная (1 класс) и нормирована в воздухе рабочей зоны на уровне 0,1 мг/м<sup>3</sup> по белку, 2 класс опасности с отметкой «А» — алерген.

В образцах пыли растительного и смешанного происхождения содержание белковых субстанций более низкое и составляло: в пыли пшеничной и ржаной муки 3,75–4,0%, в крупяной (перловой, гречневой, овсяной, ячневой) пыли 5,5–10,4%; в комбикормовой пыли 14,1–17,9%, а в льняной пыли не более 2,2%. Данные виды пыли в последующих экспериментах отнесены ко 2 классу аллергической опасности, и их ПДК<sub>врз</sub> обоснованы на уровне 0,2 мг/м<sup>3</sup> по белку, также 2 класс опасности с отметкой «А».

Следовательно, наиболее значимыми санитарно-химическими показателями промышленной пыли, отражающими ее потенциальную алергоопасность, являются определение содержания в составе пыли нормированного в воздухе рабочей зоны химического вещества или соединения, имеющего отметку «А» к величине ПДК, или установление в составе отобранных образцов ненормированной промышленной пыли содержание известных химических веществ-аллергенов или белка.

## Литература

1. Классификация и перечень алергоопасных для человека промышленных веществ, основные меры профилактики: руководство Р11–11–11 РБ 02 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь; разработ.: В.В. Шевляков [и др.] // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены; под общ. ред. В.П. Филонова, С.М. Соколова. — Минск: ПЧУП «Бизнесофсет», 2003. — Ч. XI. — С. 94–126.

2. Ретнев, В.М. Промышленная пыль: справочник по гигиене труда / В.М. Ретнев; под ред. Б.Д. Карпова, В.Е. Ковшило. — Л.: Медицина, 1976. — С. 142–151.

3. Решение проблемы обеспечения гигиенической безопасности органических аэрозолей для здоровья работников / В.В. Шевляков [и др.] // Санитарно-эпидемиологическая служба Республики Беларусь: история, актуальные проблемы на современном этапе и перспективы развития: сб. науч. тр. Междунар. науч.-практ. конф. «Здоровье и окружающая среда», посвящ. 90-летию санитар.-эпидемиолог. службы Респ. Беларусь, Минск, 28 окт. 2016 г.: в 2 т. / редкол.: Н.П. Жукова [и др.]. — Минск: БГМУ, 2016. — Т. 2. — С. 94–97.

4. Требования к постановке токсиколого-аллергологических исследований при гигиеническом нормировании белоксодержащих аэрозолей в воздухе рабочей зоны: метод. указания № 11–11–10–2002 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь; разработ.: В.В. Шевляков [и др.] // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены; под общ. ред. В.П. Филонова, С.М. Соколова. — Минск: ПЧУП «Бизнесофсет», 2004. — Ч. XIV. — С. 4–49.

5. Фотометрический метод определения содержания белоксодержащих аэрозолей в воздухе рабочей зоны: инструкция № 4.1.11–11–212–2003 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь; разработ.: В.В. Шевляков [и др.] // Сборник официальных документов по медицине труда и производственной санитарии / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и обществ. здоровья, Респ. науч.-практ. центр гигиены; под общ. ред. В.П. Филонова, С.М. Соколова. — Минск: ПЧУП «Бизнесофсет», 2004. — Ч. XIV. — С. 50–61.

Поступила 04.11.2020

## ПИТАНИЕ КАК ОДИН ИЗ ФАКТОРОВ, ВЛИЯЮЩИХ НА ЗДОРОВЬЕ РАБОТАЮЩИХ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА

*Яцына И.В., д. м. н., профессор, yatsynaiv@fferisman.ru,*

*Жадан И.Ю., к. м. н., zhadaniy@fferisman.ru,*

*Шеенкова М.В., к. м. н., doctmv@yandex.ru,*

*Красавина Е.К., к. м. н., krasavsegda.05@bk.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

По данным государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году», в настоящее время во многих отраслях про-

мышленности и сельского хозяйства наблюдается неблагоприятное воздействие на работающих комплекса производственных факторов, что неизбежно приводит к снижению адаптационного потенциала организма [2].

В связи с этим исследования, посвященные сохранению здоровья работающего населения, способствующие продлению профессионального долголетия, актуальны на современном этапе развития профилактической медицины.

Данные эпидемиологических исследований, опубликованные ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии», свидетельствуют о нарушении основных принципов рационального питания жителями Российской Федерации. Питание трудоспособного населения характеризуется нарушением оптимального соотношения потребления макронутриентов с превышением содержания в рационе жира и добавленного сахара, а также неудовлетворительной обеспеченностью важнейшими микронутриентами (витаминами и минеральными веществами) [1]. Последствием нарушения принципов рационального питания становится повышение индивидуального риска заболеваемости при влиянии неблагоприятных производственных факторов. Создавшаяся ситуация находит свое отражение в тексте Указа Президента России от 7 мая 2018 г. № 204 «О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года», где в числе приоритетных направлений стоит задача «снижение смертности населения трудоспособного возраста (до 350 случаев на 100 тыс. населения)», причем для достижения демографического благополучия признается необходимым «формирование системы мотивации граждан к здоровому образу жизни, включая здоровое питание» [3]. Одновременно с этим в Указе Президента Российской Федерации «О стратегии развития здравоохранения в Российской Федерации на период до 2025 года» говорится о важности «охраны здоровья работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда или осуществляющих определенные виды профессиональной деятельности».

В настоящее время ведутся многочисленные работы по обогащению рациона трудящихся в условиях воздействия неблагоприятных производственных факторов нутриентами, необходимыми для снижения общей и профессиональной заболеваемости. Существуют теоретические разработки, подтвержденные фактическим опытом обогащения рационов лечебно-профилактического питания микро- и макронутриентами, способными снизить негативное влияние вредных условий труда на конкретном предприятии.

Учитывается узконаправленное воздействие нутриентов, способных влиять на определенные звенья гомеостаза, а также повышение неспецифической защиты организма за счет коррекции нарушений микрофлоры желудочно-кишечного тракта (введение инулина, лактулозы). Используются продукты, обладающие свойствами энтеросорбции (альгинаты, пектины), способствующие связыванию и выведению из организма тяжелых металлов. Кроме того, особую важность в питании рабочих промышленных предприятий имеет достаточное обеспечение веществ с антиоксидантной активностью (витамины С, Е, В1, В6 и бета-каротин).

Таким образом, помимо традиционных санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мер, направленных на профилактику заболеваемости работающих, следует особенно подчеркнуть актуальность поиска современных и доступных методов по восстановлению резистентности и повышению адаптивных свойств организма. Этим задачам отвечают разработка, внедрение и обеспечение рациональным, лечебно-профилактическим питанием работников, подвергающихся воздействию неблагоприятных факторов производственной среды.

В рамках научно-исследовательской работы клиники Института общей и профессиональной патологии был проведен ряд исследований, посвященных данной тематике. Целью работы являлось изучение особенностей дерматотоксичности производственных факторов. Нами были обследованы рабочие крупных предприятий химической, металлургической и деревообрабатывающей промышленности, подвергавшиеся воздействию химических производственных факторов с последующим развитием профессиональных заболеваний кожи. В обследовании участвовали 170 стажированных рабочих (средний стаж  $16 \pm 1,3$  года), преимущественно женского пола (65 % женщин и 35 % мужчин среди обследованных), группа обследованных сопоставима по возрасту, средний возраст составил  $45 \pm 3,8$  года. В структуре заболеваемости рабочих промышленных предприятий преобладали нозологические формы в виде аллергического дерматита (36,7 %), экземы (24,3 %) и токсикодермии (17,8 %). Таким образом, отмечалось, что аллергические профессиональные заболевания кожи составили 78,8 % от общей дерматологической патологии среди обследованных нами рабочих. Оставшиеся 21,2 % заболеваний были вызваны веществами раздражающего действия и представлены контактным дерматитом (15,6 %), токсической мела-

нодермией (5,6%). Следует отметить, что обследованные трудящиеся подвергались комплексному воздействию вредных производственных факторов, что согласовывалось с параметрами санитарно-гигиенических характеристик рабочих мест, с преимущественным воздействием полиметаллических соединений и полимерных веществ сенсibiliзирующего действия, приводящих к развитию кожной профессиональных алергодерматозов (класс условий труда 3.1). Реже профессиональная дерматологическая заболеваемость была обусловлена воздействием веществ раздражающего действия (класс условий труда 3.2).

Помимо воздействия условий труда на развитие дерматологической заболеваемости нами изучалось влияние образа жизни, в том числе особенностей питания рабочих промышленных производств посредством анкетирования обследованных. При опросе работающих было выявлено несоблюдение предписанных специалистами гипоаллергенных и элиминационных диет у значительного числа опрошенных (59%), нарушение режима питания и оптимального распределения калорийности питания в течение дня у 36% опрошенных. При анализе фактического питания с использованием компьютерной методики, разработанной и запатентованной сотрудниками ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» отмечено несоблюдение рекомендованного макронутриентного состава рациона с преобладанием в питании легкоусвояемых углеводов и насыщенных жиров у 42% опрошенных. Одновременно с этим отмечалось недостаточное употребление пищевых волокон (78% опрошенных), пектинов и альгинатов (83% опрошенных). Также выявлено нарушение оптимального состава рациона трудящихся за счет снижения количества эссенциальных микроэлементов, в том числе жирорастворимых витаминов (недостаточное поступление витаминов Д, Е, А соответственно выявлено у 67%, 54% и 37% обследованных). Определялось недостаточное употребление водорастворимых витаминов: преимущественно рибофлавина (В2) выявлено у 39% обследованных, тиамин (В1) у 28% обследованных. Содержание необходимых минеральных компонентов также оказалось ниже рекомендованной величины физиологических потребностей населения трудоспособного возраста Российской Федерации: отмечался недостаток поступления в организм кальция у 63% обследованных, фосфора и магния у 47% и 58% обследованных соответственно.

Анкетно-опросным методом выявлено снижение общей резистентности организма обследованных в виде отягощения дерматологической заболеваемости вторичной инфекцией герпетической и микотической этиологии. Частота заболеваемости острыми респираторными инфекциями составила более 4 раз в течение года у 54% опрошенных.

Результаты проведенного исследования сделали актуальной научно-исследовательскую работу по внедрению специализированных лечебно-профилактических продуктов в рацион питания рабочих химической, металлургической и деревообрабатывающей промышленности, подвергающихся комплексу вредных производственных факторов.

В рамках оценки эффективности влияния алиментарных факторов на снижение профессиональной дерматологической заболеваемости нами произведено сопоставление медикаментозного лечения кожной патологии у работников перлитного цеха с комплексом лечебно-профилактических мероприятий, включавших помимо лекарственной терапии применение специализированного диетического продукта с высоким содержанием пектина (более 2,0 г), а также обогащенного комплексом витаминов и минералов. В исследование вошли 74 обследованных, разделенных на две группы. Первую группу составили 38 рабочих основных специальностей перлитного производства (дробильщики, обжигальщики, сортировщики, наладчики оборудования) с профессиональными заболеваниями кожи, которые на протяжении 2 месяцев в дополнение к стандартной лекарственной терапии кожных заболеваний получали обогащенное специализированное диетическое питание. Контрольную группу составили 36 рабочих с профессиональными заболеваниями кожи, получавших только медикаментозную терапию.

Применение специализированного диетического продукта привело к достоверному изменению содержания ряда витаминов и микроэлементов в сыворотке крови у обследуемых. В частности, увеличению аскорбиновой кислоты и токоферола в 1,3 и 1,4 раза соответственно, тиамин и рибофлавин, ретинола — в 1,1, кальция — в 1,2 раза, фосфора — 1,3, магния — в 1,1 раза. Эффективность комплексной лечебно-профилактической терапии, включающей специализированное обогащенное диетическое питание в дополнение к лекарственной терапии, оказалась выше лекарственной монотерапии, о чем свидетельствуют показатели улучшения состояния кожных покровов у 83% обследованных первой группы и 67% обследованных второй группы.

Вышеизложенные исследования свидетельствуют о необходимости разработки новых, совершенствования и внедрения предложенных в этих работах комплексов профилактики заболеваний

кожи у работающих в неблагоприятных условиях труда, в контакте с химическими фактором. Эффективность и перспективность предложенных мер и средств профилактики данной патологии подтверждены результатами исследований.

### Литература

1. *Тутельян, В.А.* Здоровое питание — основа здорового образа жизни и профилактики хронических неинфекционных заболеваний / В.А. Тутельян, Д. Б. Никитюк, Х.Х. Шарафетдинов // *Здоровье молодежи: новые вызовы и перспективы*: в 5 т. — М. : Научная книга, 2019. — Т. 3. — С. 203–227.
2. *О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2018 году: Государственный доклад.* — М. : Федеральная служба по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, 2019. — 254 с.
3. *О национальных целях и стратегических задачах развития Российской Федерации на период до 2024 года [Электронный ресурс]: указ Президента Рос. Федерации 7 мая 2018 г. № 204.* — Режим доступа: <https://base.garant.ru/71937200/>. — Дата доступа: 10.11.2020.

Поступила 03.11.2020

# МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ. ТЕЗИСЫ

## СОСТОЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ АЛЛЕРГИЧЕСКОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ В РЕСПУБЛИКЕ БАШКОРТОСТАН

<sup>1,2</sup> Абдрахманова Е. Р., к. м. н., доцент, [elenara@inbox.ru](mailto:elenara@inbox.ru),

<sup>1</sup> Галимова Р. Р., к. м. н., [rasima75@mail.ru](mailto:rasima75@mail.ru),

<sup>1</sup> Кабирова Э. Ф., [idehlvira@yandex.ru](mailto:idehlvira@yandex.ru),

<sup>1,2</sup> Борисова А. И., [alla.borisova.ufa@gmail.com](mailto:alla.borisova.ufa@gmail.com),

<sup>1</sup> Хафизова А. С., [fbun@uniimtech.ru](mailto:fbun@uniimtech.ru)

<sup>1</sup> Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия;

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа, Россия

На сегодняшний день разнообразные промышленные аллергены формируют профессиональную аллергическую заболеваемость. Анализ данных за предыдущие годы позволяет понять механизмы развития данной группы профессиональной патологии и пути ее профилактики у лиц, работающих в контакте с веществами, обладающими сенсибилизирующим действием.

Большое значение в развитии профессиональных аллергических заболеваний имеют пути поступления, концентрация аллергенов и их антигенные свойства, дисперсность и растворимость, длительность экспозиции, кратность контакта с аллергенами.

Особую опасность представляет группа промышленных аэрозолей, твердая дисперсная фаза которых содержит биологически активный субстрат в виде бактерий, вирусов, грибов, белков и др., которые длительное время могут сохраняться во взвешенном состоянии в воздухе рабочей зоны и оказывать воздействие на работника в течение всей рабочей смены.

В различных отраслях промышленности и в сельском хозяйстве имеет место комплексное (разные пути поступления) и комбинированное (различное сочетание нескольких аллергенов) воздействие аллергенов, что обуславливает особенности клинического течения профессиональных аллергических заболеваний. Так, работники сельского хозяйства подвергаются воздействию органической пыли в сочетании с химическими соединениями, входящими в состав пестицидов (инсектицидов, фунгицидов и т. д.), удобрений и кормов. На ряде предприятий по производству белково-витаминных концентратов, фармацевтической отрасли имеет место воздействие различных грибов-продуцентов, микробных культур, ферментных и гормональных препаратов.

Цель исследования — провести анализ профессиональной заболеваемости от воздействия аллергенов на рабочем месте на примере Республики Башкортостан.

В Республике Башкортостан ежегодно регистрируется от 0,08 до 0,27 на 10 тысяч работающего населения профессиональных заболеваний, связанных с воздействием аллергенов на рабочем месте. Профессиональные заболевания от воздействия аллергенов составляют: в учреждениях здравоохранения и предоставления социальных услуг — 38%; на предприятиях сельского хозяйства, охоты и лесного хозяйства — 20%; на предприятиях обрабатывающих производств — 16%; в строительной отрасли — 10%.

В структуре общей профессиональной заболеваемости удельный вес этой патологии составляет от 5,5 до 23,7%.

Распределение по стажу в зависимости от длительности работы в профессии выглядит следующим образом: до 5 лет — 3%; от 6 до 10 лет — 7%; от 11 до 15 лет — 20%; 16–20 лет — 17%; 21–25 лет — 23%; более 25 лет — 30%.

По нозологическим формам отмечается преобладание бронхиальной астмы, которая диагностирована в 62% случаев; на долю аллергического ринита приходится 14%, дерматита — 10% и экземы — 7% всей профессиональной патологии от воздействия аллергенов.

Важное место в системе профилактики профессиональных аллергических заболеваний занимает диагностика ранних их признаков с последующим лечением, выявлением лиц с предрасположенностью к аллергическим реакциям и формированием групп риска.

Медицинское наблюдение и ранняя диагностика случаев заболеваний у работников при проведении периодических медицинских осмотров являются эффективным методом вторичной профилактики. По результатам ПМО организуется диспансерное наблюдение и формирование групп риска в зависимости от наличия аллергического заболевания, степени его выраженности, необходимых лечебно-оздоровительных мероприятий, а также отбираются лица для углубленного обследования в профпатологических центрах и установления связи заболевания с профессией. Профилактические мероприятия также должны быть направлены на предотвращение прогрессирования или осложнений профессиональных аллергических заболеваний, предупреждение инвалидности.

Поступила 30.10.2020

## **СТАТИСТИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЗАБОЛЕВАНИЙ, ВЫЯВЛЕННЫХ НА ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРАХ В САМАРСКОЙ ОБЛАСТИ В 2019 г.**

*Бабанов С. А., д. м. н., профессор, s. a. babanov@mail.ru,  
Борисова Д. К., dinaraborisova2203@gmail.com*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

Проблема низкого качества проведения обязательных периодических медицинских осмотров остается актуальной и по сегодняшний день. Для лучшей выявляемости профессиональных и общесоматических заболеваний, их вторичной профилактики, снижения смертности и тем самым сохранения здоровья нации необходимо регулярно проводить периодические медицинские осмотры.

Немаловажной остается проблема материально-технического оснащения медицинских организаций, проводящих периодические медицинские осмотры. Зачастую недостаточная подготовка врачей по вопросам профпатологии также влияет на выявляемость профессиональных заболеваний.

Цель исследования — проанализировать заключительные акты, представленные в Областной центр профпатологии ГБУЗ СО «Самарская медико-санитарная часть № 5 Кировского района», выявить профессиональные и общесоматические заболевания при проведении периодических медицинских осмотров в Самарской области в 2019 г.

В работе отображены данные о выявляемости профессиональных и общесоматических заболеваний при проведении периодических медицинских осмотров в Самарской области, представленные в Областной центр профпатологии ГБУЗ СО «Самарская медико-санитарная часть № 5 Кировского района».

При анализе профессиональной заболеваемости в Самарской области за 2019 г. установлено, что хронические профессиональные заболевания диагностированы в 128 случаях у 88 работников (в 2018 г. — 216 случаев у 165 работников). При этом в структуре нозологических форм профессиональных заболеваний в 2019 г. первое место занимают заболевания, связанные с воздействием физических факторов, — 49,22 %; на втором — заболевания от воздействия химического фактора — 19,53 %; третье место заняли заболевания, связанные с физическими перегрузками и перенапряжением отдельных органов и систем, — 13,28 %; на четвертом — заболевания от воздействия промышленных аэрозолей — 11,72 %; аллергические заболевания и новообразования на пятом месте — по 2,34 %; на шестом — заболевания, вызванные действием биологических факторов, — 1,56 %. Профессиональная патология регистрировалась у лиц в возрасте старше 55 лет (74,17 %), из них у мужчин — 80,25 %, у женщин — 63,83 %. Наибольшему риску возникновения профессионального заболевания были подвержены работники в возрасте 55–59 лет: у мужчин — 40,52 % от общего числа мужчин, у работниц в возрасте 55 лет и старше — 80,95 % от общего числа женщин.

Кроме того, были проанализированы заключительные акты периодических медицинских осмотров государственных медицинских организаций (1870 актов) и частных медицинских организаций (836 актов), представленные в рамках обязательной отчетности в Областной центр профпа-

тологии ГБУЗ СО «Самарская медико-санитарная часть № 5 Кировского района» (всего 2706 актов). Анализ данных актов позволяет говорить о гиподиагностике профессиональных заболеваний при проведении периодических медицинских осмотров в сравнении с итоговыми годовыми данными, приведенными выше.

Так, по данным 2706 проанализированных заключительных актов периодических медицинских осмотров за 2019 г. выявлены подозрения всего на 28 профессиональных заболеваний (22 случая — болезни уха и сосцевидного отростка (код по МКБ10 — H00-H59), 4 случая — болезни костно-мышечной и соединительной ткани (код по МКБ10 — M00-M99), 2 случая — болезни органов дыхания (код по МКБ10 — J00-J99)). Среди выявленных при проведении периодических медицинских осмотров (по данным 2706 представленных заключительных актов) хронических соматических заболеваний лидируют болезни системы кровообращения — 19 194 случая (код по МКБ10 — I00-I99); на втором месте болезни мочеполовой системы — 1328 случаев (код по МКБ 10 — N00-N99); на третьем месте болезни крови, кроветворных органов и отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм, — 1283 случая (код по МКБ 10- D50-D89).

Все это свидетельствует о необходимости усиления качества проведения периодических медицинских осмотров, чему несомненно будет способствовать неукоснительное выполнение требований приказа Минздрава России № 1032н от 13.12.2019 г., пункт 21 которого регламентирует проведение периодических медицинских осмотров работников, занятых на работах во вредных и (или) опасных условиях труда, в центрах профпатологии субъектов Российской Федерации, при этом первый периодический осмотр в центре профпатологии должен проводиться при стаже работы 5 лет во вредных условиях труда (подклассы 3.1–3.4, класс 4), последующие периодические осмотры у данных категорий работников в центре профпатологии проводятся один раз в пять лет. Все это будет способствовать более полному выявлению профессиональных и общесоматических заболеваний, их вторичной профилактике, снижению смертности и тем самым сохранению здоровья нации.

Поступила 01.11.2020

## **ВЛИЯНИЕ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОТБОРА НА ПОКАЗАТЕЛИ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ОПАСНЫХ ПРОФЕССИЙ**

*Бетц К.В., betts@irioh.ru*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н.Ф. Измерова», г. Москва, Россия

В медицине труда существует проблема элиминирования влияния факторов профессионального отбора при оценке последствий воздействия вредных и опасных условий труда для здоровья работников. К профессиональным группам, для которых роль профессионального отбора наиболее важна, относятся космонавты и пилоты воздушных судов гражданской авиации. Труд космонавтов и пилотов характеризуется высокой напряженностью, связанной с личным риском для жизни и ответственностью за жизнь других, а также воздействием других вредных и опасных факторов, комплекс которых может влиять на их здоровье и продолжительность жизни, а в будущем находить отражение в причинах и уровнях смертности.

С позиции доказательной медицины и в соответствии с критериями Хилла наиболее достоверным методом аналитической эпидемиологии, используемым в мировой практике и позволяющим оценить отдаленные эффекты воздействия вредных и опасных производственных факторов на здоровье работников, является когортный метод исследования.

При этом исследователи могут столкнуться с тем, что в профессиях, где большое значение имеет профессиональный медицинский отбор, истинные влияния условий труда на здоровье работников маскируются влиянием эффекта «здорового работника». В таких профессиях оба компонента эффекта «здорового работника», а именно эффект «здорового найма» и эффект «здорового работника, продолжающего трудовую деятельность», ярко выражены (Максимов С.А., 2015). Профессиональный отбор пилотов и космонавтов не заканчивается при зачислении в отряды, а продолжается в процессе всей дальнейшей трудовой деятельности.

Сегодня российские и американские ученые проявляют большой интерес к изучению связи космических факторов биологического воздействия со смертностью космонавтов и астронавтов. Выполненные исследования показывают, что для космонавтов, имеющих опыт полета, риск смерти от всех причин достоверно ниже, чем для мужского населения России (COP = 0,40, за период 1961–2014 гг., Ushakov I. B., Voronkov Y. I., Bukhtiyarov I. V., 2017). Американские исследования имеют схожие результаты: риск смерти от всех причин для астронавтов достоверно ниже, чем для населения США (COP = 0,72 за период 1960–2017 гг., Reynolds R. J., Day S. M., 2018). Эта же группа американских авторов попыталась нивелировать влияние эффекта «здорового работника» с помощью сравнения смертности астронавтов со смертностью профессиональных спортсменов: риск смерти от болезней системы кровообращения для астронавтов оказался существенно ниже (COP = 0,39, Reynolds R. J., Day S. M., 2019).

Опубликованное в 2014 г. исследование смертности 36 816 членов летных экипажей коммерческих авиалиний из 9 европейских стран и США показало, что риск смерти от всех причин для членов летного экипажа также достоверно ниже, чем для общего населения (COP = 0,56 за период 1989–2004 гг., Hammer G. P., Auvinen A., De Stavola B. L., etc., 2014).

В России попытка проведения когортного эпидемиологического исследования смертности летчиков, предпринятая в 1991 г., не была осуществлена в связи с невозможностью получить достоверную информацию и проследить судьбу летчиков после окончания трудовой деятельности. В дальнейшем подобные исследования не проводились.

В связи с актуальностью проблемы оценки влияния условий труда на состояние здоровья работников опасных профессий в отдаленном периоде и наличием методологической проблемы по устранению влияния эффекта «здорового работника» в ФГБНУ «Научно-исследовательский институт медицины труда им. академика Н. Ф. Измерова» начато новое когортное исследование смертности космонавтов СССР и России, имеющих опыт космических полетов, в котором в качестве группы сравнения приняты космонавты, прошедшие процедуру профессионального отбора и зачисленные в отряды, но по тем или иным причинам не совершившие полет в космос. Также при сотрудничестве с пенсионным фондом планируется новое когортное исследование смертности 25 тысяч пилотов воздушных судов гражданской авиации РФ.

Поступила 06.11.2020

## **ВЫЯВЛЕНИЕ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ ПАТОЛОГИИ У РАБОТНИКОВ БЕЛОРЕЦКОГО МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМБИНАТА НА ПОЛИКЛИНИЧЕСКОМ ЭТАПЕ**

*Ваганова Д. М., kon-pol-otd@mail.ru,*

*Бояринова Н. В., к. м. н., boyarinoff@yandex.ru,*

*Гирфанова Л. В., kon-pol-otd@mail.ru,*

*Чурмантаева С. Х., к. м. н., churmontaeva@mail.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Основным направлением деятельности Белорецкого металлургического комбината является изготовление металлической проволоки и канатов различных марок и размеров из готовых металлических заготовок, которые изготавливаются на других металлургических заводах. Во вредных условиях трудятся 61,5% работающих. Основными профессиями на металлургическом комбинате являются калильщики, волочильщики проволоки, машинисты по навивке канатов.

Цель работы — выявить болезни системы кровообращения у работников Белорецкого металлургического комбината на поликлиническом этапе.

Были обследованы работники Белорецкого металлургического комбината в условиях консультативно-поликлинического отделения клиники ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека». По профессиональному критерию к пациентам относились калильщики, волочильщики проволоки, машинисты по навивке канатов. Основной контингент работающих составили мужчины в количестве 60 человек, в возрасте от 28 до 55 лет; средний возраст  $39,7 \pm 6,2$ . Стаж работы от 10 до 29 лет, средний стаж  $18 \pm 4,2$ . Группу контроля составили ИТР в количестве 30 человек. Основная и контрольная группы были сопоставимы по полу и возрасту.

Проведены общепринятые клинические и лабораторные методы обследования: общий анализ крови, мочи, биохимический анализ крови (холестерин, глюкоза), электрокардиография, по показаниям — эхокардиография, суточное мониторирование АД. Пациенты осмотрены врачами: терапевтом, неврологом, окулистом, ЛОР-врачом, психиатром-наркологом, хирургом.

Калильщики на термотравильных агрегатах проводят термообработку и травление металлической проволоки. Принцип работы заключается в патентировании проволоки диаметром от 2,2 мм до 5,0 мм, сменная норма зависит от диаметра проволоки и в среднем составляет 12–15 т. В процессе работы калильщики контактируют с парами серной кислоты и свинца. Физические динамические нагрузки: перемещение пустых паллет весом до 60 кг до 10 метров в смену накатом по полу. Рабочая поза в течение смены стоя, до 80 %.

Неблагоприятными производственными факторами, воздействующими на работающего волочильщика проволоки, являются: шум от работающего оборудования, пыль с примесью диоксида кремния менее 2 %, пары соляной кислоты, окислы азота и тяжесть трудового процесса. Основной вредный фактор — повышенная тяжесть труда, вызванная несовершенством технологических процессов. Вредные производственные факторы у машинистов по навивке канатов — шум и тяжесть трудового процесса.

По данным карты специальной оценки труда, тяжесть труда обследованных работников соответствовала классу 3.1, шум — классу 3.2. Общая оценка условий труда, обследованных по степени вредности и опасности, отнесена к классу 3.2.

Обследованные на основании медицинского осмотра распределены по трем группам здоровья. Наиболее многочисленной оказалась III группа, включающая работников, имеющих хронические неинфекционные заболевания, — 45,0 %. Во вторую группу здоровья вошли 38,3 % работников, имеющие риск развития заболеваний. Практически здоровые лица, входящие в I группу здоровья, составили всего 16,7 %.

По данным периодического медицинского осмотра в структуре ранее известных хронических заболеваний у работников преобладали болезни системы кровообращения и костно-мышечной системы, составляющие 19,3 и 18,5 % соответственно.

Обследованные предъявляли жалобы на периодические головные боли, преимущественно в теменно-затылочной области, ухудшение памяти, снижение качества сна, колющие и ноющие боли в области сердца.

При анализе амбулаторных карт с места жительства и сборе анамнеза выяснилось, что работники страдали заболеваниями сердечно-сосудистой системы в течение нескольких лет, имея ухудшения состояния с частотой 1–2 раза в год.

Отмечалось увеличение частоты выявления болезней системы кровообращения у работников изучаемого производства при проведении ПМО над показателями группы сравнения. Наиболее частой нозологической формой являлась гипертоническая болезнь. Средний возраст возникновения составлял 40,5 года при стаже работы 10–15 лет. В связи с этим представляется важным выявление артериальной гипертензии на медицинских осмотрах и назначение соответствующего обследования и лечения у каждого конкретного больного.

Среди обследованных выявлено 18 человек (30 %) с артериальной гипертензией I стадии в возрасте 50 лет и старше. 5 человек (8,3 %) страдали ишемической болезнью сердца, в том числе у 3 человек (5 %) в анамнезе был инфаркт миокарда. У каждого третьего пациента, страдающего сердечно-сосудистой патологией, диагностированы проявления хронической ишемии мозга I–II стадии.

У 6 обследованных (10 %) на основании общепризнанных критериев диагностирована гипертоническая болезнь второй стадии. Следует отметить, что у половины рабочих (50 %) повышение артериального давления в сочетании с инструментальными признаками поражения органов-мишеней не сопровождалось субъективными ощущениями, и, как правило, назначенная базисная гипотензивная терапия была пациентами самостоятельно отменена. У всех работников с сердечно-сосудистой патологией выявлены изменения глазного дна в виде гипертонической ангиопатии, признаки гипертрофии левого желудочка по данным электрокардиографии, повышение артериального давления при суточном мониторировании АД. У трети пациентов по эхокардиографии установлена тенденция к увеличению размеров полости левого желудочка и увеличение индекса массы миокарда левого желудочка. У ряда пациентов повышение АД проявилось в виде расстройства вегетативной нервной системы по гипертоническому типу.

Таким образом, условия труда у работников Белорецкого металлургического комбината не являются безопасными для здоровья работников, что обусловлено наличием комплекса вредных производственных факторов рабочей среды и трудового процесса. Общая оценка условий труда согласно

гигиеническим критериям (Р.2.2.2006–05) соответствует вредному классу 3.2. Совместное воздействие шумового фактора и тяжести трудового процесса является высоким стрессогенным фактором и повышает риск развития болезней сердечно-сосудистой системы.

С целью охраны здоровья необходим комплекс мер по первичной профилактике, включающий оптимизацию трудового процесса, тщательный профессиональный отбор, квалифицированный медицинский контроль и внедрение оздоровительных мероприятий. Ранняя диагностика производственно обусловленных и общесоматических заболеваний у работников Белорецкого металлургического комбината зависит и от качества периодических медицинских осмотров. Проведение своевременных лечебно-профилактических, санитарно-технических и организационных мероприятий способствует сохранению здоровья работающего контингента и профессиональной пригодности.

Поступили 29.10.2020

## **АНАЛИЗ МИКРОБНОЙ ФЛОРЫ ВЕРХНИХ ДЫХАТЕЛЬНЫХ ПУТЕЙ У РАБОТНИКОВ, ЗАНЯТЫХ НА ПРЕДПРИЯТИИ АО «БЕЛОРЕЦКИЙ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИЙ КОМБИНАТ»**

<sup>1</sup> Гизатуллина Л. Г., *instityt.ufa@mail.ru*,

<sup>1,2</sup> Абдрахманова Е. Р., к. м. н., *elenara@inbox.ru*,

<sup>1,2</sup> Масыгутова Л. М., д. м. н., *kdl.ufa@rambler.ru*,

<sup>1</sup> Власова Н. В., к. б. н., *vnv.vlasova@yandex.ru*,

<sup>1</sup> Хафизова А. С., *fbun@uniimtech.ru*

<sup>1</sup> Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия;

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа, Россия

Большой профессиональный риск для здоровья рабочих современного металлургического предприятия обусловлен комплексным воздействием вредных производственных факторов, таких как запыленность, химический фактор, шум и вибрация.

Об увеличении количества заболеваний органов дыхания, особенно верхних дыхательных путей (субатрофические и атрофические фарингиты, назофарингиты и ларингиты) и бронхов (острые и хронические бронхиты, в том числе обструктивные), свидетельствуют данные периодических медицинских осмотров.

Цель работы — провести анализ микробной флоры слизистых оболочек верхних дыхательных путей у работников, занятых на предприятии металлургического комбината, при воздействии вредных производственных факторов.

В исследование включено 52 работника АО «Белорецкий металлургический комбинат», работающих в основных цехах, сгруппированных по технологическому принципу. В основную группу включены работники, профессиональная деятельность которых не исключает воздействие на организм факторов производственной среды ( $n = 32$ ), в группу сравнения включены работники вспомогательных подразделений, не имеющие контакта с промышленными веществами ( $n = 20$ ). Отбор проб проведен в условиях периодических медицинских осмотров работников, осуществляемых клиникой ФБУН «Уфимский НИИ медицины труда и экологии человека».

Качественный состав микрофлоры верхних дыхательных путей показал, что культуры микроорганизмов, выделенные со слизистых верхних дыхательных путей, составляли сообщества, состоящие из двух и более компонентов, на слизистой носа в 85,6% случаев, слизистой зева — в 93,5% случаев. Популяция микроорганизмов включала более 15 видов, которые относятся к 5 родам. Грамположительные микроорганизмы на слизистой носа составили 76,2%, на слизистой зева — 66,8%. Грамотрицательная флора составила соответственно 15,2% и 28,1%, дрожжеподобные грибы — 12,6% и 10,8%. Выделенные культуры, относящиеся к грамположительным коккам (*Staphylococcus spp*, *S. aureus*, бета-гемолитические стрептококки группы А, *Enterococcus spp*) достоверно чаще ( $p < 0,001$ ) обнаруживались в основной группе работников (72,8% и 27,2%). Полученные данные в отношении

бактерий группы кишечной палочки (*E. coli*, *Klebsiella spp*, *Enterobacter spp*) аналогичны и соответствуют следующим показателям: 12,8% и 1,7% соответственно. В меньшей степени в основной группе были высеяны и бактерии рода *Pseudomonas*, *Acinetobacter* (0,2%), в группе сравнения данные микроорганизмы не обнаружались. Дрожжеподобные грибы рода *Candida* высеивались в 20,3% и 1,8% соответственно.

Анализ количественного состава микроорганизмов верхних дыхательных путей выявил, что диагностически значимая степень обсеменения (10<sup>5</sup> и выше) была в основной группе. У пациентов основной группы в 65,5 ± 0,5% (n = 21) случаев выделен *S. aureus*, достоверно превышая содержание прочих возбудителей (p ≤ 0,01). *C. albicans* обнаружена в носу в 50,0 ± 3,2% (n = 17) случаев. Бактериальные возбудители *K. pneumoniae* и *K. oxytoca* составили (n = 3; 9,0 ± 0,3%), *E. faecalis* (n = 2; 6,0 ± 2,5%), обнаружены в единичных случаях без достоверной разницы со второй группой работников (p ≥ 0,01). Во второй группе обследуемых по сравнению с основной группой в диагностически значимых титрах в полости носа микрофлоры не обнаружено. Выделенная микрофлора у пациентов основной группы при исследовании зева была представлена условно-патогенными микроорганизмами: *St. pyogenes* (n = 18; 50,0 ± 6,5%), *S. aureus* (n = 7; 20,0 ± 1,8%), *E. agglomerans* (n = 6; 14,0 ± 4,5%), *C. albicans* и *C. glabrata* (n = 18; 55,0 ± 1,5%). *E. faecalis* и *E. cloacae* выделялись в единичных случаях (n = 2; 6,0 ± 0,25%), (n = 1; 3,1 ± 0,25%). Во второй группе работников в сравнении с основной группой в зеве микроорганизмы были выделены у 9 пациентов (44,0 ± 1,0%). Микробный пейзаж представлен *S. epidermidis* (n = 3; 15,0 ± 0,5%), *St. pyogenes* (n = 1; 14,5 ± 0,5%), *E. aerogenes* (n = 1; 14,5 ± 0,5%), *C. albicans* (n = 2; 9,5 ± 0,5%).

Слизистые оболочки верхних дыхательных путей несут на себе высокую микробную нагрузку в условиях физиологической нормы. Это первый защитный барьер для вдыхаемого воздуха и пищи. На состав микробного пейзажа верхних дыхательных путей влияют самые различные факторы: химическое, пылевое загрязнение, резкие температурные колебания, острые и хронические заболевания органов дыхания. Преобладание *S. aureus* и *C. albicans* у пациентов основной группы явилось прогнозируемым результатом и, вероятно, связано с нарушениями в составе иммунного ответа.

Вместе с тем изменения микробиологического пейзажа слизистой оболочки верхних дыхательных путей при воздействии комплекса вредных факторов приводят к увеличению качественного и количественного состава условно-патогенных микроорганизмов, что связано с истощением защитных и бактерицидных функций слизистых.

Поступила 30.10.2020

## ОЦЕНКА ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ

Егорова А. М., д. м. н., [egorovaam@fferisman.ru](mailto:egorovaam@fferisman.ru),  
Колюка В. В., [vkolyuka@yandex.ru](mailto:vkolyuka@yandex.ru),

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

Проблема сохранения здоровья работающего населения — это важная и актуальная государственная задача. Одним из приоритетных направлений обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения и сохранения здоровья является профилактика негативного влияния на человека физических факторов окружающей и производственной среды.

Продолжающееся ухудшение здоровья населения определяет необходимость совершенствования методологических основ гигиенической оценки опасных и вредных факторов и обоснования системных мер профилактики.

Для совершенствования критериев гигиенической оценки физических факторов как значимого вредного фактора в различных отраслях промышленности и сельского хозяйства существенное значение имеет разработка мероприятий профилактического характера.

Наибольшая доля объектов в РФ в 2019 г., не соответствующих санитарно-эпидемиологическим требованиям, отмечается по таким факторам, как шум (12,7%), освещенность (12,2%) и вибрация (8,0%).

Обеспечение санитарно-эпидемиологического благополучия населения Российской Федерации является одним из условий реализации конституционных прав граждан на охрану здоровья и благоприятную окружающую среду.

В период с 2012 по 2019 г. произошло сокращение рабочих мест промышленных предприятий, не соответствующих санитарно-гигиеническим требованиям по уровню воздействия на организм работников шума, вибрации, освещенности, электромагнитным полям и параметрам микроклимата.

Наиболее неблагоприятные условия труда, которые представляют наибольший риск утраты профессиональной трудоспособности, отмечаются на ряде предприятий по добыче полезных ископаемых, металлургии, машиностроению и судостроению, по производству строительных материалов, строительной индустрии, сельского хозяйства, транспорта.

Риск-ориентированная модель контрольно-надзорной деятельности в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия разработана на основании Федеральных законов от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения»; от 26.12.2008 № 294-ФЗ «О защите прав юридических лиц и индивидуальных предпринимателей при осуществлении государственного контроля (надзора) и муниципального контроля»; Постановлений Правительства Российской Федерации.

Согласно данным Государственного доклада «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2019 году», в структуре профессиональной патологии в зависимости от воздействующего вредного производственного фактора по-прежнему на первом месте остается профессиональная патология вследствие чрезмерного воздействия на организм работников физических факторов производственных процессов, доля которых в 2019 г. возросла и составила 51,15 %. Распределение по основным нозологическим формам в группе профессиональных заболеваний, обусловленных воздействием физических факторов трудового процесса, в 2019 г. не претерпело значительных изменений: превалирует нейросенсорная тугоухость — 54,38 % от количества всех заболеваний в группе; второе ранговое место занимает вибрационная болезнь — 42,65 %; на третьем месте — моно- и полинейропатии — 2,85 %. На долю прочей патологии в рассматриваемой группе приходится 0,12 %.

Потеря слуха вследствие воздействия шума развивается, как правило, у лиц трудоспособного возраста, приводит к ограничению профессиональной деятельности, способности к общению, обучению, снижению качества жизни, что определяет высокую медико-социальную значимость этой проблемы.

Были проанализированы имеющиеся исследования о приобретенных заболеваниях на рабочих местах, а также существующие методы сохранения и профилактики здоровья работников.

Производственный шум оказывает значительное влияние на здоровье работающих при длительном воздействии: приводит к ухудшению и потере слуха, вызывает замедление роста плода во время беременности, гипертонию.

Многочисленными исследованиями доказано, что и шум и вибрация, оказывая негативное влияние на регуляцию работы сердечно-сосудистой системы, повышают уровень сердечно-сосудистого риска. С учетом того, что смертность от сердечно-сосудистых заболеваний как в нашей стране, так и во всем мире находится на первом месте среди всех причин смертности, необходима разработка дифференцированных, научно обоснованных гигиенических, медико-профилактических, лечебно-реабилитационных мероприятий, направленных на устранение или снижение влияния факторов риска потери слуха, вызванных шумом, в целях сохранения трудового долголетия работника.

Помимо технологического прогресса, ведущего к улучшению условий труда, в частности на производстве, в современном мире также существует множество проблем, мешающих снизить профессиональные риски и сохранить здоровье рабочих. К их числу можно отнести сокращение служб охраны труда, ненадлежащий контроль со стороны руководства за состоянием данных служб, несоблюдение санитарно-гигиенических нормативов на производстве. Эти проблемы являются следствием как халатного отношения со стороны работодателей, так и различных экономических кризисов.

В этой связи сегодня важным является внедрение в практику Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека новых эффективных наукоемких инструментов, обеспечивающих управление санитарно-эпидемиологической обстановкой. Один из таких инструментов — методология анализа рисков здоровью населения, связанных с негативным воздействием неблагоприятных факторов среды обитания.

На данный момент оценка профессионального риска включает в себя несколько этапов: идентификацию факторов, влияющих на здоровье работника; измерения и исследования каждого из воз-

действующих факторов (в том числе измерения «доза — эффект»); расчет среднесменного воздействия факторов и сопоставление условий труда по степени вредности и класса условий труда по результатам оценки. Управление риском осуществляется комплексом мероприятий, направленных на снижение неблагоприятного воздействия факторов. Для защиты здоровья работника от негативного воздействия используются следующие методы: «защита временем» (сокращение времени пребывания работника на рабочем месте как относительно длительности смены, так и общего стажа работы), обновление используемых технологий на производстве, использование средств индивидуальной защиты, обучение и инструктаж рабочих.

Влияние физических факторов на рабочих местах негативно сказывается на здоровье рабочих и может вести к различным заболеваниям и потере трудоспособности, в связи с этим необходимо разработать новые программы профилактики и реабилитации, обновить уже имеющиеся эффективные методы борьбы с профессиональными заболеваниями, а также разработать модели для управления профессиональным риском, направленные на сохранение и оптимизацию здоровья рабочих. Помимо этого необходим строгий контроль за соблюдением всех профилактических комплексов и нормативных актов со стороны работодателей.

Оптимизация системы периодических медицинских осмотров и диспансерного наблюдения, включающая углубленное медицинское обследование с применением новых методических приемов, выделение групп риска с проведением комплекса дифференцированных, патогенетически обоснованных лечебно-реабилитационных мероприятий, позволит добиться снижения уровня профессиональных заболеваний и тем самым сохранить трудоспособность работников.

Учитывая вышеизложенное, следует заключить, что оценка риска здоровью различных групп населения при воздействии физических факторов, таких, как шум, вибрация, электромагнитные излучения, микроклимат и другие является актуальной проблемой.

Поступила 28.10.2020

## **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ РАБОЧИХ МАШИНОСТРОЕНИЯ**

*Жеглова А.В., д. м. н., профессор, drzhl@yandex.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

Основным показателем здорового общества является состояние здоровья работников, определяющее качественный потенциал трудовых ресурсов, производительность труда, величину валового внутреннего продукта. Ухудшение состояния здоровья работающего населения России — одна из важнейших проблем медицины на современном этапе. Одним из важных направлений профилактической медицины является ранняя диагностика и профилактика производственно обусловленных и профессиональных заболеваний. Несмотря на многочисленные программы по модернизации и автоматизации производства, условия труда во многих отраслях промышленности продолжают оставаться неблагоприятными за счет повышенных уровней вибрации, шума, физических нагрузок, являющихся основными негативными факторами рабочей среды, определяющими различные нарушения здоровья, снижение защитно-компенсаторных реакций и адаптационного резерва организма.

Наиболее неблагоприятными остаются условия труда при добыче полезных ископаемых, в металлургии, машиностроении и судостроении, производстве строительных материалов, строительстве, сельском хозяйстве. Уровень и длительность воздействия факторов производственной среды, состояние условий труда, средств коллективной и индивидуальной защиты, своевременность выявления начальных признаков профессиональной патологии в сочетании с режимными ограничительными мероприятиями (защита временем, расстоянием) и ряд других факторов в совокупности определяют уровень профессиональной заболеваемости.

Большинство случаев профессиональной патологии, выявленных при обращении работников за медицинской помощью, — хронические формы профессиональных заболеваний (более 95 %),

которые, как правило, установлены работникам с длительным сроком контакта с вредным производственным фактором (более 20 лет) и возрастом свыше 50 лет. Указанное является показателем низкой активной выявляемости профессиональной патологии в условиях сложившейся системы медицинского освидетельствования обязательных контингентов работников.

Поэтому проблема сохранения и укрепления здоровья работающих, увеличения сроков их эффективного профессионального долголетия не только актуальна, но и требует дополнительного изучения этиопатогенетических закономерностей нарушения здоровья и научного обоснования системы профилактических и оздоровительных мероприятий, в том числе и оптимизации системы проведения периодических медицинских осмотров, являющихся основным звеном выявления нарушений здоровья работающего населения.

Современной и прогрессивной методологией медицины труда, как и других направлений гигиены, является методология оценки и управления рисками. Становится все более очевидной необходимость дифференцированной оценки условий труда, исходя из реальных производственных ситуаций, детальной проработки показателей экспозиции вредных факторов, разработки широкого комплекса медико-биологических показателей состояния здоровья работающих, использования вероятностной оценки негативных последствий воздействия факторов рабочей среды на здоровье, категорирование и структурирование профессионального риска для последующего системного управления этими рисками.

В Институте общей и профессиональной патологии ФБУН «ФНЦГ им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора проведены работы по изучению количественной оценки взаимосвязи показателей здоровья работников различных профессиональных групп предприятий машиностроения со степенью вредности и опасности условий и характера труда с учетом не только ведущего негативного фактора, но и комплекса всех факторов рабочей среды.

Приоритетным вредным фактором, характеризующим условия труда основных профессиональных групп машиностроительных предприятий (клепальщики, обрубщики, слесари-сборщики, кузнецы), является шумовибрационный,

Согласно формуле Н.Ф. Измерова, Э.И. Денисова (2003) была рассчитана суммарная стажевая доза вибрации и шума для рабочих основных профессиональных групп. Установлено, что с увеличением класса вредности нарастают значения суммарных стажевых доз, при этом их диапазоны пересекаются в разных классах вредности, что свидетельствует о возможности накопления одинаковой стажевой дозы при различном уровне воздействующего фактора и стаже работы. При анализе стажевых доз воздействующих факторов по производственно-профессиональным группам отмечаются наиболее высокие их значения у клепальщиков и обрубщиков (по локальной вибрации и шуму), у слесарей-сборщиков по шуму.

Нами изучен комплекс клинико-функциональных маркеров состояния кардио-респираторной системы, включающий изучение основных гемодинамических показателей и таких интегральных показателей регуляции деятельности сердечно-сосудистой системы, как индекс напряжения регуляторных механизмов и индекс функциональных изменений. По полученным результатам наиболее высокие показатели индекса напряжения регуляторных механизмов выявлены у обрубщиков и кузнецов (102,6 ед. и 101,2 ед. соответственно) при стаже свыше 15 лет. Индекс функциональных изменений также имел наибольшие значения в группе обрубщиков и клепальщиков при стаже свыше 15 лет и достигал соответственно 2,8 и 3,15 балла, что отражает выраженное напряжение механизмов адаптации в этой группе обследованных.

Нами проведен анализ концентрации конечных продуктов перекисного окисления липидов и антирадикального потенциала антиоксидантной системы. Отмечена более высокая концентрация малонового диальдегида, превышающая норму, в группах стажированных работников машиностроительных предприятий (при стаже свыше 16,5 года) до 5,7 мкмоль/л. При изучении ферментативного звена антиоксидантной защиты отмечено, что наиболее высокие значения активности супероксиддисмутазы отмечены у клепальщиков и кузнецов 15,9 усл. ед. Активность каталазы сыворотки превышала нормативные границы в группе клепальщиков и обрубщиков и составляла в среднем 867,5 мккат/л.

Изучение показателей проводящей функции периферических нервов показало достоверное снижение скорости распространения возбуждения по моторным и сенсорным аксонам с увеличением стажа работы во всех изучаемых группах, что позволяет использовать их как ранние маркеры риска развития профессиональной патологии.

Было проведено изучение концентрации эндотелина, являющегося мощным вазоконстрикторным пептидом, у горнорабочих различных стажевых групп изучаемых предприятий. Отмечено до-

стоверное увеличение эндотелина с увеличением стажа работы: в группах работников, имеющих наиболее высокие стажевые дозы вибрации, концентрация эндотелина находилась на верхней границе нормы (0,13 фмоль/мл) уже при стаже более 10 лет.

Определение профессиональных и стажевых групп риска и специфики развития профессиональной патологии, оценка суммарных стажевых доз шумовибрационного фактора, изучение функционального состояния организма рабочих на ранних стадиях формирования патологии явились основой для разработки рекомендаций по расширению спектра обследований при периодических медицинских осмотрах на исследуемых предприятиях, что позволило осуществить дифференцированный подход к определению приоритетных направлений медико-профилактических мероприятий. Эти исследования позволяют индивидуально разработать программу профилактики для каждого работающего с учетом стажевой дозы шума и вибрации, а также выявленных изменений ранних маркеров вибрационной патологии, что позволит направленно снижать риск развития различных нарушений здоровья рабочих шумовиброопасных профессий.

Поступила 04.11.2020

## **РОЛЬ СКРИНИНГОВОЙ ДИАГНОСТИКИ БОЛЕЗНЕЙ СИСТЕМЫ КРОВООБРАЩЕНИЯ У РАБОТАЮЩИХ**

*Зеленко А. В., к. м. н., zelenkoandrey64@gmail.com,  
Семушина Е. А., lena89931@gmail.com*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время актуальным становится введение в практику медицины труда целевых скрининговых обследований здоровья работников в дополнение к обязательным периодическим медицинским осмотрам. Скрининг — это метод активного выявления лиц с какой бы то ни было патологией или факторами риска ее развития.

Целью нашего исследования явилось определение роли скрининговых методов диагностики болезней системы кровообращения (далее — БСК) в организованных трудовых коллективах.

Для достижения поставленной цели нами проведено анкетирование и сфигмографическое исследование периферических сосудов у работников литейного предприятия следующих профессий: плавильщик металлов и сплавов, литейщик цветных металлов, резчик на пилах, токарь-карусельщик. Данные категории работников подвергаются воздействию таких физических и химических факторов, как шум, оксид цинка, оксид углерода, алюминий и его сплавы, пыль с примесью диоксида кремния и др.

В анкетировании принял участие 51 работник. Средний возраст опрошенных составил  $41,01 \pm 1,49$  года. Общий стаж работы  $21,38 \pm 1,73$  года; средний стаж в данной профессии  $4,2 \pm 0,89$  года.

Для анкетирования использована специально разработанная анкета, учитывающая специфику работы на предприятии. С целью сопоставления с результатами оценки состояния организма по показателю психоэмоционального состояния проанализированы результаты анкетирования по разделам «Проблемы со здоровьем» и «Психосоциальные факторы».

При анализе результатов анкетирования по разделу «Проблемы со здоровьем» 48,9% рабочих беспокоит усталость, 21,3% — боли в области сердца, повышенное артериальное давление. Чувство тревоги, нервозности, бессонница, депрессия, раздражительность беспокоят 14,9% респондентов. Следует отметить, что анализ заболеваемости с временной нетрудоспособностью (далее — ВН) на предприятии показал, что БСК занимают 2–3-е место в структуре причин ВН на данном предприятии.

62 работникам проведено определение жесткости сосудистой стенки и сосудистого возраста методом объемной сфигмографии, с помощью которого измеряются и оцениваются следующие показатели: сердечно-лодыжечный сосудистый индекс (далее — САВИ), лодыжечно-плечевой индекс, пальце-плечевой индекс, регистрируется артериальное давление (далее — АД) на четырех конечностях с графическим отображением уровней АД (функция баланса АД).

Расчетный сосудистый возраст превышал паспортный у 16,1% работников. Индекс САВИ превышал возрастную норму у 4,8% человек, что является независимым предиктором неблагоприятных

сердечно-сосудистых событий. Величина индекса CAVI более 8 ед. выявлена у 8,1 % работников, что ассоциируется с атеросклеротическим поражением коронарных или сонных артерий. Уровень АД на верхних конечностях выше 140/90 мм рт. ст. зафиксирован у 58,06 % работников.

Результаты проведенного анкетирования подтверждают ведущее место болезней системы кровообращения в структуре заболеваемости с ВН, а также в структуре жалоб работников на проблемы со здоровьем.

Проведенные исследования подтверждают целесообразность применения методов скрининговой диагностики, направленной на выявление ранних изменений со стороны сердечно-сосудистой системы у работников промышленных предприятий, подвергающихся воздействию вредных производственных факторов.

Поступила 18.11.2020

## **ПЕРСониФИЦИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ВРЕДНЫХ ФАКТОРОВ НА ОСНОВЕ ОЦЕНКИ ЦИТОКИНОВОГО ИНДЕКСА**

*Крючкова Е. Н., д. б. н., kdlfncg@yandex.ru,  
Сухова А. В., д. м. н., annasukhova-erisman@yandex.ru,  
Преображенская Е. А., д. м. н., elenapreob@yandex.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

В развитии персонализированного мониторинга состояния здоровья работников, занятых на вредных производствах, все большее внимание уделяется поиску доступных и информативных маркеров, качественно новых подходов оценки нарушений здоровья с целью ранней верификации и адекватной профилактики производственно обусловленных и профессиональных заболеваний.

В качестве биологического мониторинга состояния здоровья может быть использовано определение активности и соотношения про- и противовоспалительных цитокинов (интерлейкинов (далее — ИЛ)), которые играют основополагающую роль в поддержании тканевого гомеостаза и обеспечивают системный ответ на повреждение и стрессовое воздействие негативных факторов, в том числе производственных, путем формирования и регуляции защитных реакций.

Цель исследования — изучить особенности цитокинового статуса работающих при воздействии различных производственных факторов.

Исследования проведены в группах рабочих горнодобывающего предприятия ОАО «КМАруда» (150 человек) и цементного производства ОАО «Лафарж-цемент» (250 человек). Контрольную группу составили работники, чья деятельность не связана с профессиональными вредностями.

Содержание провоспалительных (ИЛ-1 $\beta$ , ИЛ-2, ИЛ-8, ФНО- $\alpha$ ) и противовоспалительных (ИЛ-4, ИЛ-10) цитокинов определяли методом иммуноферментного анализа в сыворотке крови. Цитокиновый профиль оценивали по интегральному цитокиновому индексу (Иц) на основе установления значения индексов про- и противовоспалительных интерлейкинов (отношение их фактических концентраций к референтным значениям). При значениях Иц < 1 констатируют оптимальный баланс цитокинов, при Иц > 1 — его нарушение, свидетельствующее об усилении воспалительных процессов (патент RU2463609).

Приоритетными факторами рабочей среды у горнорабочих ОАО «КМАруда» являются шум и вибрация (класс 3.2–3.4), у рабочих цементного производства — воздействие промышленного аэрозоля преимущественно фиброгенного действия (АПФД) (содержание SiO<sub>2</sub> 7,5 %) (класс 3.1–3.4).

В результате проведенных исследований установлено, что с увеличением стажа работы в условиях запыленности у рабочих цементного производства отмечается повышение концентрации ИЛ-1 $\beta$  и ФНО- $\alpha$  в 1,8–3,0 раза относительно группы контроля. У горнорабочих значительные отклонения данных показателей отмечались у 34–49,6 % лиц при стаже свыше 10 лет.

Уровень ИЛ-8 в сыворотке крови всех рабочих достоверно повышался с увеличением стажа работы ( $p < 0,05 - 0,01$ ,  $r = 0,88$ ). Повышенные значения данного показателя выявлены у 22–33% высокостажированных горнорабочих и 50,6% рабочих цементного производства. Значительные отклонения уровня ИЛ-2 отмечались у 34–49,6% горнорабочих при стаже более 10 лет.

В группах горнорабочих с увеличением стажа работы отмечено достоверное снижение в сыворотке крови ИЛ-4 ( $r = -0,81$ ,  $p < 0,05$ ), а у рабочих цементного производства — его повышение ( $r = 0,89$ ,  $p < 0,05$ ) у работников во всех стажевых группах в 36–53% случаев. Следует также отметить высокие значения ИЛ-10 у рабочих цементного производства.

Полученные данные не позволяют провести интегральную оценку взаимного влияния воспалительных и противовоспалительных/иммуносупрессорных реакций в сети цитокинового каскада. Поэтому нами был применен расчет Иц, количественно отражающий активность цитокинового звена воспаления с учетом направленности действия его фракций.

Оценка цитокинового баланса позволила определить, что в профессионально-стажевых группах горнорабочих ОАО «КМАруда» интегральный цитокиновый индекс (Иц) колебался в пределах 0,16–0,45 усл. ед., характеризуя оптимальный цитокиновый баланс. Однако у рабочих «КМАруда», подвергающихся преимущественно воздействию шума и вибрации, отмечены повышенные значения Иц до 1,22–1,27 у 13% рабочих в стажевых группах «до 10 лет», у 22% — в стажевой группе «11–20 лет», свидетельствуя об активности воспалительных процессов в организме. В стажевой группе «свыше 20 лет» показатель Иц  $> 1$  определялся у 37% рабочих.

У рабочих цементного производства, подвергающихся воздействию АПФД, установлено увеличение интегрального цитокинового индекса Иц от 0,58 до 0,97 усл. ед. В стажевой группе «до 10 лет» повышенные значения Иц регистрировались у 19,2% рабочих, «10–20 лет» — у 33,4%, «свыше 20 лет» — у 77,4%.

Выявленные изменения цитокинового баланса, более существенные у рабочих цементного производства, свидетельствуют об изменениях иммунореактивности организма, характеризующихся нарастанием выраженности и частоты воспалительных реакций по мере увеличения экспозиции пылевого фактора.

Таким образом, определение цитокинового баланса — это возможность интегрального количественного выражения активности цитокинового звена воспаления и объективная оценка степени отклонений в системе иммунитета. Групповое обследование, выполненное предлагаемым способом, позволило верифицировать наличие воспалительных изменений, сформировать «группы риска» среди работников для дифференцированной коррекции нарушений иммунореактивности.

Применение метода позволит проводить индивидуальный биологический мониторинг состояния здоровья работников, будет способствовать повышению качества их медицинских осмотров, служить обоснованием дальнейшего углубленного обследования работников, условий труда и необходимости мероприятий по снижению неблагоприятного влияния вредных факторов производства на здоровье работающих.

Поступила 26.10.2020

## **ПРОФЕССИОНАЛЬНО ОБУСЛОВЛЕННЫЕ НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ МАШИНОСТРОИТЕЛЬНОГО ПРЕДПРИЯТИЯ**

*Ланко И.В., д.м.н., innakryl78@rambler.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

Одной из приоритетных задач медицины труда остается сохранение и укрепление здоровья работающих в условиях воздействия негативных факторов производственной среды, в том числе рабочих машиностроения, для которых характерны высокие уровни профессиональной и общей заболеваемости.

Изучение состояния здоровья работников машиностроительной отрасли различных регионов, проводимое специалистами нашего центра, свидетельствует о высокой степени влияния факторов рабочей среды на ухудшение состояния здоровья и формирование заболеваний, ассоциированных

с условиями труда, что диктует необходимость изучения данной проблемы с разработкой здоровьесберегающих программ.

Объектом исследования послужили 188 рабочих машиностроительного предприятия автотракторного электрооборудования. Большую часть обследованных составили прессовщики изделий из пластмасс (11,7%), обработчики деталей из пластмасс (17,16%), станочники широкого профиля (13,8%), электрогазосварщики (11,7%), наладчики машин и автоматических линий по производству изделий из пластмасс (6,4%), наладчики технологического оборудования, автоматов и полуавтоматов (6,4%), плавильщики металлов, чистильщики металла и сплавов (6,4%). Рабочие других профессий (слесари по обработке деталей, слесари-ремонтники, машинисты компрессорных установок, трактористы, кузнецы на молотах и прессах, машинисты мостового крана, автоматчики, дозирующие, гальваники, штамповщики, литейщики на машинах литья под давлением, вальцовщики, чистильщики металла) составили от 1,06 до 3,2%. Средний возраст обследованных работников —  $48,3 \pm 0,38$  года. Стаж работы на предприятии свыше 10 лет (в среднем —  $19,3 \pm 0,32$  года).

Оценка факторов производственной среды показала, что ведущим неблагоприятным фактором воздействия на здоровье работников всех цехов является производственный шум, широкополосного спектра, превышающий предельно допустимый уровень (по эквивалентному уровню) на 1–8 дБА. Помимо этого прессовщики изделий из пластмасс имеют контакт с химическими веществами — фенолом, формальдегидом, превышающими предельно допустимые концентрации (далее — ПДК). Концентрация фенола составила  $0,14 \text{ мг/м}^3$  (при ПДК  $0,1 \text{ мг/м}^3$ ), концентрация формальдегида —  $0,052\text{--}0,07 \text{ мг/м}^3$  (при ПДК  $0,05 \text{ мг/м}^3$ ).

Литейщики, плавильщики, чистильщики металлов и сплавов, наладчики литейных машин контактируют с аэрозолями цветных металлов, смесью углеводородов, подвергаются воздействию теплового излучения. Концентрация оксида азота —  $0,39\text{--}0,52 \text{ мг/м}^3$  (ПДК  $2,0 \text{ мг/м}^3$ ), оксида цинка —  $0,22\text{--}0,25 \text{ мг/м}^3$  (ПДК  $1,5/0,5 \text{ мг/м}^3$ ), оксида углерода — менее  $5,0 \text{ мг/м}^3$  (ПДК  $20 \text{ мг/м}^3$ ). Освещенность рабочей поверхности — 205–206 лк (при ПДУ 200 лк).

Гальваники контактируют с веществами раздражающего, алергизирующего действия (пары щелочей, кислот, аэрозоли цветных металлов). Концентрация аэрозолей едких щелочей, соляной и серной кислоты, никеля, оксида хрома, диоксида азота находится в пределах допустимых концентраций.

Наладчики автоматов и полуавтоматов, станочники широкого профиля подвергаются воздействию смеси углеводородов, значения которых не превышают ПДК.

Газоэлектросварщики контактируют со сварочным аэрозолем, содержащим окислы марганца и оксид углерода. Отмечается превышение отдельных компонентов сварочного аэрозоля (марганец) до 1,25–1,85 раза.

Кузнецы на молотах и прессах, трактористы подвергаются воздействию общей и локальной вибрации с превышением предельно допустимого уровня (ПДУ) на 1–4 дБ.

Таким образом, профессиональными факторами риска, влияющими на состояние здоровья работников завода автотракторного электрооборудования, являются шумо-вибрационный и химический, превышающие допустимые значения (кл. 3.1–3.2).

Оценка состояния здоровья работников завода за пятилетний период показала, что уровень риска, оцениваемый по обобщенным показателям ЗВУТ, по числу случаев и дням нетрудоспособности соответствует чрезвычайно высокому уровню (115,06 случая и 1795 дней на 100 работников).

Формирование ЗВУТ в изучаемые годы происходило за счет заболеваний органов дыхания (1-е ранговое место), болезней нервной системы и органов чувств (2-е ранговое место), патологии костно-мышечной (3-е ранговое место), сердечно-сосудистой (4-е ранговое место) и мочеполовой систем (5-е ранговое место), болезней органов пищеварения (6-е ранговое место).

Структура заболеваемости в различных профессиональных группах определяет общую структуру по заводу в целом: первые ранговые места занимают патология органов дыхания за счет острых респираторных заболеваний, болезни нервной системы за счет периферической нервной системы и болезни костно-мышечной системы, являющиеся болезнями риска у рабочих машиностроительного предприятия. Заболевания сердечно-сосудистой системы определяются обращениями по поводу гипертонической болезни и ишемической болезни сердца.

Углубленный медицинский осмотр рабочих завода с участием специалистов Федерального научного центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана выявил высокую частоту встречаемости дорсопатии шейного, грудного и поясничного уровней — у 69,1% в виде болевого (48,9%), мышечно-тонического (4,3%) и корешкового синдромов (15,9%). Данные изменения максимально были распространены у кузнецов (44,7%) и трактористов (42,5%). Признаки воздействия вибрации в виде периферических

нейрососудистых нарушений (гипотермия, гипергидроз, цианоз кистей) были отмечены у 3,2% работников (у 17,6% трактористов и у 12,5% машинистов компрессорных установок). У 18,1% работников диагностировались признаки воздействия шума на орган слуха и двусторонняя нейросенсорная тугоухость.

Среди сопутствующей соматической патологии в большем проценте случаев выявлялись заболевания сердечно-сосудистой системы (54%), желудочно-кишечного тракта (18%) и эндокринопатии (9,5% от числа осмотренных).

Полученные данные о неудовлетворительном состоянии здоровья рабочих машиностроительного предприятия свидетельствуют о необходимости повышения эффективности диагностической и экспертной работы, проводимой медицинской службой завода, с разработкой медико-профилактических мероприятий по снижению профессионального риска и здоровьесбережению, особенно стажированных работников. Проведение углубленных медицинских осмотров способствует выявлению ранних проявлений заболеваний и разработке целенаправленных программ реабилитации и профилактики.

Безусловно, для разработки программы по выявлению потенциальных факторов риска и здоровьесохранению, ориентированной на максимально возможный полезный эффект, необходимо, чтобы внедрение здоровьесберегающих технологий стало основным направлением работы всего коллектива как во время производственного процесса, так и в процессе жизнедеятельности, что позволит увеличить личный потенциал каждого сотрудника и корпоративный человеческий капитал как основной ресурс организации.

Поступила 29.10.2020

## К ВОПРОСУ СОЗДАНИЯ КОМФОРТНОЙ СВЕТОВОЙ СРЕДЫ

*Мартиросова В.Г., к. м. н., martirosovavg@ukr.net*

Государственное учреждение «Институт медицины труда имени Ю.И. Кундиева Национальной Академии Медицинских наук Украины», г. Киев, Украина

Световая среда (освещение) — фоновый физический фактор, обладающий общебиологическим и специфическим действием, который при выполнении разных видов трудовой деятельности должен обеспечить оптимальные условия для функционирования зрительного анализатора, оказывать оптимальное воздействие на общее состояние организма и обеспечить положительную субъективную оценку психоэмоциональной комфортности.

В настоящее время действующими нормами по освещению в Украине являются Державні будівельні норми (ДБН) 2.5–28–2018. Нормы освещенности периодически пересматриваются, главным образом в сторону повышения уровней освещенности для работ высокой точности, в зависимости от энергооборуженности страны, открытия и внедрения в промышленность новых источников света.

В соответствии с нормами применяются неподвижно закрепленные потолочные светильники с постоянной яркостью и цветовой температурой, что создает монотонность воздействия на психоэмоциональное состояние работающих, значительно снижает комфортность зрительного восприятия световой среды, способствуют развитию утомления.

Отсутствие возможности изменения цветовой температуры и яркости, а также невозможность зонирования (местного изменения параметров света) значительно снижают комфортность зрительного восприятия световой среды, понижают зрительную работоспособность работников, что является недостатком такого освещения. Использование светильников местного освещения не исправляет этот недостаток, так как создает ограниченное световое пятно, блескость и слепимость, что нарушает комфортность восприятия световой среды и требует напряжения адаптационных механизмов глаза, приводит к утомлению и истощению рабочего потенциала глаз к концу рабочего дня и сопровождается жалобами работающих на утомление.

На основании длительных офтальмо-гигиенических и психофизиологических исследований, проведенных у офисных работников авиакомпании «Azur-Air» (154 работника), труд которых связан со зрительным напряжением (работа с ВДТ ЭВМ) на фоне высокого нервно-эмоционального напряжения в связи с высокой ответственностью выполняемых работ при нормированном уровне

освещения 400 лк, установлено снижение уровня функций, развивающееся с третьего часа от начала работы, сочетающееся при устном опросе с жалобами у работников.

В целом зрительный комфорт — это гармония удовлетворения в необходимой субъективной потребности в свете, способствующая формированию высокого уровня функционального состояния организма, обеспечивающего высокую видимость объектов различения при наименьшем утомлении, что создает субъективное ощущение благополучия.

Разработано и предложено устройство как один из способов создания комфортной световой среды при выполнении сложных зрительных работ, подробное описание которого изложено в патенте «Система освітлення для створення комфортного світлового середовища» № 133710 від 25.04.2019 Україна.

Поступила 04.11.2020

## **ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ПО РЕЗУЛЬТАТАМ УГЛУБЛЕННОГО ОБСЛЕДОВАНИЯ**

*Масягутова Л. М., д. м. н., kdl.ufa@rambler.ru,*

*Ахметшина В. Т., fbun@uniimtech.ru,*

*Хафизова А. С., fbun@uniimtech.ru,*

*Гизатуллина Л. Г., Instityt.Ufa@mail.ru,*

*Власова Н. В., к. б. н., vnv.vlasova@yandex.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Значение сельскохозяйственного производства для экономики страны в современных условиях трудно переоценить, поскольку перед ним поставлена цель по обеспечению продовольственной независимости России.

Однако на протяжении последних десятилетий ситуация со здоровьем сельского населения и системой его охраны остается особенно сложной. Большинство исследователей и специалистов связывают это со сложившимися на селе демографическими, экономическими, территориальными, культурными, медицинскими и иными факторами.

В условиях стационара клиники Уфимского НИИ медицины труда и экологии человека обследовано 1634 работника — представители животноводческой отрасли сельскохозяйственного производства.

Диагностика заболеваний осуществлена в соответствии с международной классификацией болезней X пересмотра (ВОЗ, 1995 г.) на основе анамнеза, жалоб, данных медицинского осмотра, с применением функциональных и лабораторных методов исследования, анализа амбулаторных карт.

Показано, что общая распространенность основных неинфекционных заболеваний по данным углубленного стационарного обследования работников животноводческих производств составила 552,4 на 100 осмотренных, причем среди мужчин этот показатель равнялся 479,0, среди женщин — 613,8 на 100 осмотренных, т. е. каждый животновод в среднем имеет не менее пяти-шести хронических заболеваний.

В структуре выявленных заболеваний у мужчин первое место (28,4 %) занимают болезни системы кровообращения, далее следуют болезни костно-мышечной системы (20,4 %), болезни органов пищеварения (17,1 %), болезни органов дыхания (7,1 %) и болезни нервной системы (5,5 %).

У женщин указанные нозологии также формируют основную часть структуры выявленных заболеваний, однако на первом месте у них находятся болезни органов пищеварения (25,0 %), на втором — костно-мышечной системы (17,6 %), на третьем — нервной системы (14,6 %), а болезни системы кровообращения занимают лишь пятое место (11,2 %) после болезней органов дыхания (12,7 %). Помимо этого как у мужчин, так и у женщин от 2,4 до 5,4 % в структуре принадлежит болезням эндокринной системы и обмена веществ, а также болезням мочеполовой системы.

Таким образом, результаты исследования показали, что у работников животноводческой отрасли сельскохозяйственного производства 1–3-е места чаще всего занимают болезни костно-

мышечной и нервной системы. Болезни органов дыхания и пищеварения по распространенности занимают 4–5-е места, за исключением отдельных профессиональных групп.

Поступила 30.10.2020

## **ВЛИЯНИЕ ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ФАКТОРОВ НА ИСХОДНЫЙ УРОВЕНЬ КАРДИОВАСКУЛЯРНОГО РИСКА У РАБОТАЮЩИХ ВО ВРЕДНЫХ УСЛОВИЯХ ТРУДА**

*Мелентьев А. В., к. м. н., amedik@yandex.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

Ежегодно в Российской Федерации регистрируются высокие показатели смертности от болезней системы кровообращения. Вместе с тем данная патология имеет тенденцию к «омолаживанию», что создает повышенный кардиоваскулярный риск, особенно для трудоспособного населения. Учитывая тот факт, что в различных отраслях промышленности, по данным Федеральной службы государственной статистики, работают около 11 млн человек, которые в процессе своей трудовой деятельности подвергаются воздействию различных неблагоприятных факторов производственной среды, профилактика кардиоваскулярной патологии у рабочих, контактирующих с данными вредными факторами, является крайне актуальной.

Целью настоящего исследования явился анализ влияния производственных факторов рабочей среды на исходный уровень кардиоваскулярного риска у работающих во вредных условиях труда.

Нами проведено обследование 196 рабочих горнодобывающей и машиностроительной промышленности. В 1-ю группу (104 мужчины) включены проходчики, бурильщики, машинисты экскаваторов, слесари-сборщики и обрубщики, чей труд был связан с контактом с виброгенерирующим оборудованием. Во 2-й группе (92 мужчины) состояли электрослесари и электромонтеры подземные, помощники машинистов экскаваторов, электрослесари и дежурные слесари открытых горных работ, газозлектросварщик, без непосредственного контакта с производственной вибрацией. Средний возраст в 1-й группе составлял  $52,2 \pm 6,9$  года, стаж работы —  $24,2 \pm 6,4$  года. Средний возраст работы во 2-й группе составил  $51,3 \pm 9,6$  года, стаж —  $25,5 \pm 9,1$  года.

Для оценки исходного уровня сердечно-сосудистого риска, рассчитанного по шкале SCORE, учитывались данные анкетирования, осмотра и лабораторные данные. Наибольшее количество курильщиков отмечено в 1-й группе — 72,8%, курящих во 2-й группе было значительно меньше — 62,2%.

Анализ гемодинамических показателей выявил достоверное превышение среднего систолического и пульсового артериального давления в 1-й группе —  $143,7 \pm 2,1$  и  $53,9 \pm 1,4$  мм рт. ст. — по сравнению со 2-й группой —  $137,9 \pm 1,7$  и  $49,0 \pm 1,1$  мм рт. ст. соответственно ( $p < 0,05$ ).

Также выявлены достоверные различия в уровнях липидного спектра: среднее значение общего холестерина было выше в 1-й группе, составляя  $5,8 \pm 0,1$  ммоль/л, тогда как во 2-й группе —  $5,5 \pm 0,1$  ммоль/л ( $p < 0,05$ ). Та же тенденция прослеживалась и для холестерина липопротеидов низкой плотности, уровень которых был выше в 1-й группе —  $3,8 \pm 0,1$  ммоль/л и  $3,5 \pm 0,1$  ммоль/л соответственно ( $p < 0,05$ ).

Полученные суммарные данные свидетельствовали о различном исходном уровне кардиоваскулярного риска у работающих во вредных условиях труда. Так, средний уровень у обследованных 1-й группы составил  $6,7 \pm 0,6$ %, тогда как во 2-й группе он был ниже 5% и составил  $4,6 \pm 0,4$ % ( $p < 0,05$ ).

Анализ условий труда показал, что в изучаемых группах помимо контакта с вибрационным фактором, отсутствие которого было выявлено во 2-й группе, отмечены существенные различия: по шуму (от 2.0 до 3.4 в 1-й группе и от 2.0 до 3.2 во 2-й группе), по микроклимату (от 2.0 до 3.2), по физическим нагрузкам (от 2.0 до 3.2), по пыли (от 2.0 до 3.4 в 1-й группе и от 2.0 до 3.1 во 2-й группе). С учетом подобного разброса значений проведена оценка распределения обследованных рабочих по классам условий труда с помощью теста Манна–Уитни.

В 1-й группе воздействию производственной вибрации, соответствующей допустимому классу 2, подвергались всего 12% обследованных, преобладающая часть, 45,5% обследованных, работала в контакте с вибрацией, соответствовавшей классу 3.2. Более четверти обследованных 1-й группы

(25,7%) подвергались вибрационному фактору, соответствующему классу 3.3 вредности, и 7,1% — классу 3.4 вредности ( $p=0,0043$ ).

Среди обследованных в 1-й группе контактирующих с шумом 5,1% работников имели соответствующий класс 2.0; 33,6% — класс 3.1; 16,8% — класс 3.2; 39,2% — класс 3.3 и 5,3% — класс 3.4. Во 2-й группе отмечено меньшее количество обследованных с более неблагоприятными условиями труда по шуму: 19,8% — класс 2.0; 70,3% — класс 3.1 и 9,9% — класс 3.2 ( $p=0,005$ ).

Условия труда по пылевому фактору у подавляющего большинства обследованных 1-й и 2-й группы соответствовали классу 3.1 (78,8 и 69,4% соответственно). Допустимые условия труда по пылевому фактору отмечены у 9,7% рабочих в 1-й группе и 31,6% во 2-й группе. 11,5% обследованных 1-й группы подвергались пылевому фактору, соответствующему 3.2–3.4 классу условий труда ( $p=0,11$ ).

По физическим нагрузкам условия труда, соответствующие допустимому классу 2.0, в 1-й и во 2-й группе отмечены у 14,2 и 19,8% обследованных соответственно. Также выявлено преобладание обследованных 2-й группы с условиями труда по физическим нагрузкам, соответствующими 3.1 классу (61,0 и 41,6% соответственно). В то время как в 1-й группе преобладали обследованные, у которых физические нагрузки соответствовали классу 3.2–4.4, 2 и 19,2% соответственно ( $p=0,07$ ).

В целом распределение обследованных 1-й и 2-й групп по микроклиматическим условиям труда было сопоставимо. Класс 2.0, допустимый по микроклимату, отмечен у 15,6 и 20,7% соответственно. Более половины обследованных обеих групп работали в микроклиматических условиях, соответствовавших классу вредности 3.1 (51,6 и 62,2% соответственно). В 1-й группе преобладали рабочие, условия труда которых по микроклимату соответствовали 3.2 классу вредности — 32,8 и 17,1% соответственно ( $p=0,29$ ).

Полученные данные свидетельствуют о том, что производственная вибрация и шум в большей степени, чем физические нагрузки, микроклиматические условия и пылевой фактор, влияют на исходный кардиоваскулярный риск у работающих в неблагоприятных условиях труда.

Поступила 03.11.2020

## **СИНДРОМ ЭМОЦИОНАЛЬНОГО ВЫГОРАНИЯ У МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ, ОКАЗЫВАЮЩИХ МЕДИЦИНСКУЮ ПОМОЩЬ ПАЦИЕНТАМ С НОВОЙ КОРОНАВИРУСНОЙ ИНФЕКЦИЕЙ COVID-19**

*Острыкова Н.А., ostryakova\_n\_a@mail.ru,  
Бабанов С.А., д. м. н., профессор, s.a.babanov@mail.ru*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Самарский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Самара, Россия

Пандемия новой коронавирусной инфекции COVID-19 оказала серьезное психологическое влияние на медицинских работников. За короткое время произошла оперативная реорганизация медицинских учреждений. Врачам каждый день поступает большой объем новой информации. Приказы, новые методические рекомендации, средства массовой информации создают дополнительную нагрузку в виде непрерывного «информационного фона». Проблема профессионального выгорания медиков остро стояла и до пандемии. Выгорание среди врачей приводит к повышенному риску врачебной ошибки, желанию сократить число часов работы вплоть до ухода из профессии.

*Цель исследования.* На основании комплексной оценки профессионального выгорания, тревожности, качества жизни разработать алгоритм профилактики профессионального выгорания, а также улучшить качество ранней диагностики профессионального выгорания у медицинских работников.

*Материалы и методы.* В настоящее время исследование выполняется на кафедре профессиональных болезней и клинической фармакологии имени заслуженного деятеля науки Российской Федерации профессора В.В. Косарева ФГБОУ ВО «Самарский государственный медицинский уни-

верситет» Министерства здравоохранения Российской Федерации и отделения профпатологии Областного центра профпатологии ГБУЗ СО «Самарская медико-санитарная часть № 5 Кировского района». Согласно поставленной цели и задачам в качестве объектов исследования были выбраны следующие группы:

1. Врачи инфекционных госпиталей, оказывающие медицинскую помощь больным новой коронавирусной инфекцией COVID-19 (работающие в «красной зоне»).
2. Врачи стационаров, оказывающие медицинскую помощь по своему основному профилю, работающие в «обычном режиме» и периодически выявляющие пациентов с заболеванием новой коронавирусной инфекцией COVID-19.
3. Врачи амбулаторно-поликлинического звена, оказывающие медицинскую помощь в условиях повышенного эпидемического порога по ОРВИ, гриппу и новой коронавирусной инфекции COVID-19.
4. Контрольная группа.

В соответствии с поставленными целью и задачами были использованы следующие методы: тест «Maslach Burnout» (МБИ), интегральный индекс выгорания, методика диагностики уровня эмоционального выгорания В. В. Бойко, интегративный тест тревожности, опросник «Копинг-стратегии» Р. Лазаруса, опросник MOS SF-36.

На этапе исследования отмечено, что все три группы медицинских работников имеют повышенный процент сформированности фаз психоземotionalного выгорания. На основании проведенного анализа нами было установлено, что работники «ковидных» госпиталей наиболее подвержены профессиональному выгоранию. Это может быть обусловлено тем, что медицинский персонал непосредственно контактирует с пациентами с новой коронавирусной инфекцией COVID-19.

Врачи амбулаторно-поликлинического звена, оказывающие медицинскую помощь в условиях повышенного эпидемического порога по ОРВИ, гриппу и новой коронавирусной инфекции COVID-19, имеют более высокие показатели в фазе напряжения, чем врачи стационаров, оказывающие медицинскую помощь по своему основному профилю, работающие в «обычном режиме» и периодически выявляющие пациентов с заболеванием новой коронавирусной инфекцией COVID-19. Это может быть связано с тем, что в поликлинику ежедневно обращается большое количество необследованных пациентов с неизвестными диагнозами. Вероятность контакта с пациентом с заболеванием COVID-19 усиливает стресс и беспокойство.

Сравнивая контрольную группу и врачей стационаров, оказывающих медицинскую помощь по своему основному профилю, работающих в «обычном режиме» и периодически выявляющих пациентов с заболеванием новой коронавирусной инфекцией COVID-19, мы наблюдали повышенный процент сформированности фаз психоземotionalного выгорания у медицинских работников, что совпадает с данными многочисленных исследований в разных странах.

У большинства медицинских работников всех задействованных групп сформирована фаза «резистенции». Это говорит о том, что у данной категории людей развиты психологические защиты и механизмы сопротивления, особенно в период вспышки новой коронавирусной инфекции COVID-19.

Наши результаты показывают, что необходимо учитывать проблемы психического здоровья специалистов, которые борются с новыми инфекционными заболеваниями.

*Выводы.* Медработники испытывают значительный стресс во время крупномасштабных вспышек. Психологическое наблюдение за медицинскими работниками приобретает решающее значение для предотвращения возникновения психических расстройств в будущем. Таким образом, изучение и оценка мероприятий по укреплению психологического здоровья и профилактики выгорания медицинских работников являются актуальными. Тема требует дальнейших исследований и разработок.

Поступила 03.11.2020

## СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ТРУДА МЕДИЦИНСКИХ РАБОТНИКОВ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19

*Панков В.А., д.м.н., [lmt\\_angarsk@mail.ru](mailto:lmt_angarsk@mail.ru),*

*Лакхман О.Л., д.м.н., профессор РАН, [lakhman\\_o\\_l@mail.ru](mailto:lakhman_o_l@mail.ru),*

*Рукавишников В.С., д.м.н., профессор, член-корр. РАН, [rvs\\_2010@mail.ru](mailto:rvs_2010@mail.ru),*

*Кулешова М.В., к.б.н., [mvk789@yandex.ru](mailto:mvk789@yandex.ru)*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск, Россия

Качество и эффективность труда медицинских работников во многом зависят от условий их труда и состояния здоровья. По роду своей профессиональной деятельности большинство медицинских работников подвергаются комплексу неблагоприятных производственных факторов: химические и лекарственные вещества, относящиеся к 1–4 классу опасности, обладающие разнонаправленным механизмом действия — аллергены, канцерогены, представляющие опасность для репродуктивного здоровья, вызывающие системные токсические поражения; из физических факторов наиболее часто встречаются различные виды ионизирующих и неионизирующих излучений, шум, вибрация, ультразвук, неблагоприятные микроклиматические условия, недостаточная освещенность. Условия труда работников некоторых медицинских специальностей (хирурги, врач-лаборанты и др.) оцениваются как тяжелые второй-третьей степени вредности. Контакт с пациентами, являющимися носителями возбудителей различных инфекционных заболеваний, работа с кровью и ее компонентами, загрязненными биологическими материалами и средами, содержащими болезнетворные микроорганизмы, являются причиной инфицирования медицинских работников и определяют значительный риск развития инфекционных заболеваний. В условиях пандемии новой коронавирусной инфекции большинство медицинских работников, контактирующих с пациентами, инфицированными COVID-19, имеют высокий риск заражения с возможным поражением различных органов и систем организма.

Для большинства медицинских работников характерны высокая степень нервно-эмоционального напряжения, высокая степень напряженности трудового процесса, которая в соответствии с Руководством по гигиенической оценке факторов рабочей среды и трудового процесса Р 2.2.2006–05 относится к вредному классу первой–третьей степени (напряженный труд), как по одному или нескольким показателям, так и в целом по интегральному показателю напряженности труда для большинства специалистов. Из особенностей труда медицинских работников следует выделить эмоциональные нагрузки, которые характерны для большинства врачей и медицинских сестер при выполнении профессиональных обязанностей: самая высокая степень ответственности за конечный результат работы, из-за допущенных ошибок может возникнуть опасность для жизни пациентов, существует риск как для собственной жизни (порезы, микротравмы при оперативном вмешательстве и проведении медицинских манипуляций и контакт с инфицированными пациентами и их биосредами, слизистыми и кожными покровами), так и ответственность за безопасность пациентов.

В условиях пандемии COVID-19 многократно увеличилось количество пациентов, а следовательно, и нагрузка на медицинский персонал, непосредственно работающий в контакте с инфицированными больными, во многих случаях с тяжелыми формами заболевания, многочисленными осложнениями со стороны различных органов и систем, отсутствием четких алгоритмов лечения. Соответственно повысились требования к профессионализму медицинских работников, что вполне закономерно обуславливает очень высокие и даже сверхвысокие эмоциональные нагрузки.

Распространенность синдрома эмоционального выгорания (далее — СЭВ) в развитых странах достигла кризисных масштабов, причем среди медицинских работников превышает уровень любой другой профессиональной группы. Озабоченность здоровьем медицинских работников обусловлена еще и тем, что медицинский персонал по роду своей профессиональной деятельности оказывает помощь заболевшим, качество которой напрямую зависит в том числе и от психического состояния (а порой и здоровья) как врача, так и медицинских сестер. Соответственно, от качества медицинской помощи зависит не только здоровье пациента, но часто и его жизнь. В экстремальных условиях, в частности, при массовом распространении инфекционных заболеваний (эпидемии, пандемии), труд медицинских работников заслуживает особо пристального внимания, поскольку часто при-

ходится оказывать помощь хронически или смертельно больным пациентам. При этом стараниями медицинских работников не всегда удается добиться положительного итога, часто как результат лечебного процесса приходится констатировать смертельный исход. Такие ситуации сопровождаются негативными переживаниями и накладывают свой отпечаток на психоэмоциональное и психофизиологическое состояние медицинского работника.

Чаще всего СЭВ не считается профессиональным или производственно обусловленным заболеванием. Хотя по сути СЭВ в ряде случаев следует рассматривать как профессиональное заболевание, которое влечет утрату трудоспособности, невозможность квалифицированного выполнения работником своих профессиональных обязанностей. По признанию Всемирной организации здравоохранения, СЭВ требует медицинского вмешательства. В настоящее время СЭВ имеет диагностический статус в МКБ-10: Z73 — «проблемы, связанные с трудностями поддержания нормального образа жизни». Выгорание как «профессиональный феномен» включено в МКБ-11, однако классифицируется как профессиональное явление, а не как заболевание. В некоторых странах СЭВ признают профессиональным заболеванием, которое включено в перечень профессиональных заболеваний как заболевание, связанное со стрессом, что, по нашему мнению, вполне правомерно.

Определенные затруднения возникают при установлении связи выявленных у медицинских работников симптомов эмоционального выгорания с условиями труда и профессиональной деятельностью. В настоящее время санитарно-гигиеническая характеристика условий труда работников составляется, как правило, по результатам специальной оценки условий труда, которая проводится в соответствии с «Методикой проведения специальной оценки условий труда», утвержденной Приказом Министерства труда и социальной защиты РФ от 24 января 2014 г. № 33н (далее — Методика). Вместе с тем оценка условий труда по фактору «напряженность трудового процесса» согласно указанной методике значительно отличается от предложенной в Руководстве Р 2.2.2006–05, утвержденном Главным государственным санитарным врачом РФ 29 июля 2005 г. (далее — Руководство). Так, согласно Методике оценка напряженности трудового процесса ограничивается определением сенсорных нагрузок и монотонности нагрузок (не по всем показателям, предусмотренным в Руководстве). В то же время Руководством предусматривается также оценка интеллектуальных нагрузок, включающих содержание работы, восприятие сигналов и их оценку, распределение функции по степени сложности задания, характер выполняемой работы; эмоциональные нагрузки, включающие определение степени ответственности за результат собственной деятельности, значимость ошибки, степень риска для собственной жизни, ответственность за безопасность других лиц, количество конфликтных производственных ситуаций за смену; режим работы, учитывающий фактическую продолжительность рабочего дня, сменность работы, наличие регламентированных перерывов и их продолжительность, то есть те показатели, которые в большей степени характеризуют и определяют вероятность эмоционального выгорания.

Таким образом, следует констатировать, что существующая Методика не обеспечивает объективность оценки условий труда медицинских работников (и не только их) при высоких психоэмоциональных нагрузках и должна быть пересмотрена, а условия труда медицинских работников, осуществляющих лечение и уход за пациентами с новой коронавирусной инфекцией в условиях пандемии COVID-19, по интенсивности и длительности воздействия комплекса неблагоприятных производственных и профессиональных факторов следует отнести к экстремальным; нервно-эмоциональные нарушения необходимо квалифицировать как изменения в состоянии здоровья профессионального характера. Также необходимо обсуждение по вопросу внесения дополнений в Перечень профессиональных заболеваний и в Перечень вредных и опасных производственных факторов и работ, при которых проводятся предварительные и периодические медицинские осмотры, относительно медицинских работников, условия труда которых связаны с высоким нервно-эмоциональным напряжением, в частности, во время работы в экстремальных условиях.

Поступила 10.11.2020

## ПРОФЕССИОНАЛЬНОЕ ЗДОРОВЬЕ РАБОТНИКОВ ГОРНО-ОБОГАТИТЕЛЬНЫХ КОМБИНАТОВ

*Сухова А. В., д. м. н., annasukhova-erisman@yandex.ru,  
Преображенская Е. А., д. м. н., elenapreob@yandex.ru,  
Крючкова Е. Н., д. б. н., kdlfncg@yandex.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

Сохранение профессионального здоровья трудоспособного населения является одним из наиболее значимых вопросов с точки зрения обеспечения стабильного экономического развития страны. Горно-обогатительные комбинаты (далее — ГОК) отличаются особенностями технологических процессов, специфическими условиями труда, высокими профессиональными рисками для здоровья работников. На предприятиях горнодобывающей промышленности удельный вес работающих во вредных и опасных условиях труда достигает 70–80 %.

В связи с этим по-прежнему актуальными являются комплексные гигиенические исследования условий труда и состояния здоровья работников горно-обогатительных комбинатов для разработки эффективной системы управления профессиональными рисками.

В условиях экспедиционных выездов на базе медико-санитарных частей предприятий проведено углубленное медицинское обследование 1200 работников ГОК (Лебединский ГОК, Михайловский ГОК, Стойленский ГОК). Возраст обследованных колебался от 24 до 60 лет, средний возраст  $43,9 \pm 7,9$  года. Стаж работы варьировал от 5 до 38 лет, средний стаж  $15,3 \pm 6,1$  года.

Исследуемые предприятия осуществляют добычу железной руды месторождения Курской магнитной аномалии открытым способом (в карьерах) и переработку железной руды на обогатительных фабриках.

По результатам гигиенической оценки условий труда ведущими неблагоприятными факторами производственной среды на обогатительных фабриках ГОК являются шум и загрязнение воздуха рабочей зоны аэрозолями преимущественно фиброгенного действия (далее — АПФД) (пыль железистых кварцитов с содержанием свободной двуокиси кремния 15–18 %). Априорный профессиональный риск (согласно Р 2.2.1766–03) оценивается как высокий у дробильщиков, средний риск характерен для большинства рабочих фабрик (электрослесари, слесари-ремонтники, машинисты шаровых мельниц, машинисты насосных установок), малый риск — для машинистов конвейеров, сепараторщиков, фильтровальщиков.

Профессиональный риск здоровью работников карьеров ГОК обусловлен сочетанным воздействием физических производственных факторов (вибрации, шума, неблагоприятных микроклиматических условий, физических нагрузок) и оценивается как очень высокий для машинистов экскаваторов и водителей большегрузных машин, умеренный — для машинистов буровых установок.

По результатам углубленного медицинского обследования признаны здоровыми только 15–21 % работников. Лиц с хроническими заболеваниями выявлено 79–85 %.

В структуре заболеваемости на обогатительных фабриках ГОК ведущее место занимают болезни системы кровообращения (61 %), среди них артериальная гипертензия (50,8 %), ИБС (6,4 %), нарушения сердечного ритма (2,7 %). На 2-м месте — болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (59,5 %), представленные преимущественно дорсопатиями различного уровня. На 3-м месте — болезни органов дыхания (45,8 %), из них хронический бронхит — 8,6 %, заболевания верхних дыхательных путей (риниты, фарингиты, синуситы) — 37,4 %. На 4-м месте — болезни органов пищеварения (42,7 %). Болезни уха и сосцевидного отростка, в структуре которых преобладает двусторонняя нейросенсорная тугоухость различной степени выраженности, составляют 24,8 %. Заболевания мочеполовой системы (хронические пиелонефриты, мочекаменная болезнь) выявлены у 15,3 % работников, эндокринная патология (диффузно-узловой зоб, сахарный диабет) диагностирована у 18,5 % обследованных работников. У горнорабочих карьеров структуру заболеваний формируют болезни костно-мышечной системы (70,2 %), системы кровообращения (54,8 %), органов дыхания (41,6 %), болезни нервной системы (28,9 %), болезни уха и сосцевидного отростка (37,5 %).

Расчет величин относительного риска позволил выявить закономерности формирования общей заболеваемости и дать их количественную оценку.

Для рабочих фабрик характерна высокая степень производственной обусловленности заболеваний, в генезе которых существенную роль играют шум и загрязнение воздуха рабочей зоны АПФД: болезней уха (RR = 3,05, EF = 67,2%), органов дыхания (RR = 2,12, EF = 52,8%). Средняя степень профессионального риска установлена для болезней органов кровообращения (RR = 1,76, EF = 43,2%), органов пищеварения (RR = 1,61; EF = 37,9%), мочеполовой системы (RR = 1,54, EF = 35,1%).

У рабочих карьеров определена высокая степень риска заболеваний, связанных с воздействием шумо-вибрационного фактора: заболеваний костно-мышечной (RR = 3,61, EF = 72,3%), нервной системы (RR = 2,01, EF = 50,2%), болезней уха и сосцевидного отростка (RR = 2,14, EF = 53,3%). Выявлена средняя степень производственной обусловленности для болезней органов кровообращения (RR = 1,83, EF = 45,3%) и органов пищеварения (RR = 1,72, EF = 41,9%).

Анализ профессиональной заболеваемости на фабриках показал, что наиболее высокие уровни регистрируются на обогатительной фабрике Стойленского ГОКа с тенденцией к существенному росту в течение 2010–2019 гг. Так, уровни профзаболеваемости на фабрике до 2007 г. составляли 3,3–6,6 случая на 10 000 работающих, а в 2009–2019 гг. показатели профзаболеваемости выросли в 2–2,5 раза (11,6–16,6 случая на 10 000, что соответствует среднему уровню профессионального риска).

На фабриках Михайловского и Лебединского ГОКов показатели профзаболеваемости существенно ниже — 1,4–5,4 случая на 10 тыс. работников, отличаются стабильностью и составляют в среднем 3,65 случая на 10 тыс. работников, что позволяет оценить уровень профессионального риска как низкий.

Структуру профессиональных заболеваний на фабриках формируют пылевые заболевания легких и профессиональная патология органа слуха. Наиболее распространенными профессиональными заболеваниями являются хронический пылевой бронхит (47%), пневмокониоз (силикоз) (15,6%), в единичных случаях диагностируется профессиональная бронхиальная астма (6,25%). В структуре профессиональных нарушений слуха преобладают начальные и легкие степени снижения слуха. При этом степень выраженности изменений тонального слуха у работников фабрик не столь высока, какую можно было ожидать, учитывая уровни воздействующего шума — до 93–95 дБа, что, вероятно, связано с проводимыми гигиеническими и лечебно-профилактическими мероприятиями, строгим контролем за использованием средств индивидуальной защиты от шума.

Средние показатели профессиональной заболеваемости у горнорабочих карьеров составили 2,7–4,8 случая на 10 000 работающих (низкий уровень риска). Профессиональная патология представлена вибрационной болезнью (61,5%), пояснично-крестцовой радикулопатией (16,0%), нейро-сенсорной тугоухостью (15,0%) и силикозом (6,7%). По степени выраженности клинических проявлений вибрационной болезни наибольший удельный вес приходится на выраженные формы, соответствующие 1–2 степени (40,5%) и 2 степени (37,7%). Изменение характера условий труда в сторону увеличения многофакторных воздействий умеренной интенсивности приводит к трансформации течения профессиональных заболеваний и увеличению числа случаев сочетанных форм профессиональной неврологической патологии, характеризующейся наличием вегетативно-сенсорной полинейропатии и пояснично-крестцового корешкового болевого синдрома, диагностированной у 15,6% рабочих карьеров.

Таким образом, различные уровни производственных факторов определяют разную степень риска профессиональной патологии у работников горнодобывающих предприятий. Это диктует необходимость поиска новых эффективных механизмов заинтересованности работодателей в создании и обеспечении безопасных условий труда, совершенствования подходов к медицинскому обслуживанию работников, проведения профилактических лечебно-оздоровительных мероприятий, повышения качества предварительных и периодических медосмотров. Уровни профессиональной заболеваемости могут существенно отличаться как у работников разных профессий, так и у работников одной и той же профессии на различных предприятиях аналогичной отрасли, что свидетельствует о необходимости мониторинга профессиональной заболеваемости в отраслевом, профессиональном и стажевом аспектах.

Поступила 04.11.2020

## СКРИНИНГОВАЯ ОЦЕНКА ТРУДОСПОСОБНОСТИ В ХОДЕ ПЕРИОДИЧЕСКИХ МЕДИЦИНСКИХ ОСМОТРОВ И У БОЛЬНЫХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫМИ ЗАБОЛЕВАНИЯМИ

Трошин В.В., к. м. н., [vecheslavl@yandex.ru](mailto:vecheslavl@yandex.ru),  
Рудой М.Д., [kolesova.macha@yandex.ru](mailto:kolesova.macha@yandex.ru),  
Сорокина Е.И., [sorokina.lena78@yandex.ru](mailto:sorokina.lena78@yandex.ru)

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Россия

Значительная часть работников Российской Федерации продолжает трудиться во вредных и опасных условиях труда, то есть в условиях, которые предъявляют повышенные требования к состоянию их здоровья. По данным Росстата (2019 г.), во вредных и опасных условиях труда в обрабатывающей промышленности работало 43,7 % работников. Одновременно с этим демографическая ситуация в стране, политика по повышению пенсионного возраста ведут к тому, что доля лиц старших возрастов среди работающих будет увеличиваться по объективным и субъективным причинам. Население стареет, и доля лиц старше 50 лет на производстве продолжает увеличиваться. У стажированных рабочих всё более значимыми будут проблемы со здоровьем. Они будут сталкиваться со снижением работоспособности, производительности труда, увеличением риска временной и стойкой нетрудоспособности.

Работоспособность (трудоспособность) — это сложное понятие, которое можно определить как способность человека к успешному выполнению определенного вида трудовой деятельности в соответствии с существующими количественными и качественными нормами труда (Imäminen J., Tuomi K., 2004). Сегодня в связи с увеличением средней продолжительности жизни актуально длительное сохранение способности человека к трудовой деятельности.

Целью данной работы является оценка возможности использования скринингового метода оценки работоспособности при помощи опросника «Индекс трудоспособности» (ИТ) для получения объективных данных, разработки профилактических мер.

Сотрудниками ФБУН НИИ ГП был использован адаптированный русский перевод опросника ИТ. Использование индекса трудоспособности (Work Ability Index) началось в начале 1980-х гг. в Финляндии. Основной научный вопрос, поставленный перед авторами опросника, заключался в том, как долго рабочие и служащие могут работать и в какой степени способность работать зависит от содержания и условий работы.

Опросник был заполнен 150 пациентами (25 пациентов стационара и 125 — поликлиники), работниками обрабатывающей промышленности Нижегородской области. Из них — 128 мужчин (85,3 %) и 22 женщины (14,7 %). Средний возраст пациентов составил  $42,9 \pm 10,4$  года. Среди обследованных выделено 2 группы: 65 человек в возрасте до 40 лет и 85 человек в возрасте более 40 лет. В каждой группе проведена оценка ИТ в баллах согласно авторскому алгоритму. Алгоритм предусматривает оценку трудоспособности по 4 группам: низкая (до 27 баллов включительно), средняя (28–36 баллов), хорошая (37–43 балла) и очень хорошая трудоспособность (44–49 баллов). Среди обследованных пациентов 14 человек (9,3 %) имели низкую, 13 человек (8,7 %) — среднюю, 24 человека (16 %) — хорошую и 99 человек (66 %) — очень хорошую трудоспособность.

В результате статистического анализа полученных данных выявлены ожидаемые закономерности: обратная корреляционная зависимость между возрастом и ИТ ( $r = -0,5$ ;  $p < 0,05$ ). ИТ в возрастной группе до 40 лет в 1,16 раза превышал ИТ в возрастной группе старше 40 лет. ИТ у пациентов поликлиники был в 1,64 раза выше, чем у пациентов стационара с установленным профессиональным заболеванием, но в последней группе был существенно выше и средний возраст.

Учитывая отсутствие противоречий в данных, полученных с помощью адаптированного опросника ИТ, можно сделать вывод о возможности его применения в целях скрининговой оценки трудоспособности как у пациентов стационара, так и поликлиники.

Поступила 03.11.2020

## **АВТОМАТИЗИРОВАННОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВОЗМОЖНОЙ ИНТЕНСИВНОСТИ ЯВЛЕНИЙ «ЭФФЕКТА ЗДОРОВОГО РАБОЧЕГО» В РАЗЛИЧНЫХ ПРОИЗВОДСТВАХ**

*Трубецков А.Д., д. м. н., профессор adtrubetskov@gmail.com,  
Поздняков М.В., м. н. с., mpozdneyakov@yandex.ru*

Саратовский медицинский научный центр гигиены Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Саратов, Россия

Термин «эффект здорового рабочего», введенный в научный обиход в середине XX в., подразумевает профессиональный отбор (самоотбор) более здоровых работающих в неблагоприятных условиях труда, тогда как менее адаптированные принимают решение об увольнении.

Данный эффект приводит к иллюзии, что условия труда благополучны и не оказывают неблагоприятного влияния на организм работающих. Явление самоотбора значительно затрудняет объективный анализ производственных рисков, и его учет необходим при проведении эпидемиологических исследований в области профпатологии.

Целью нашей работы было создание компьютерной программы, которая позволила бы дать ориентировочную количественную и качественную оценку «эффекта здорового рабочего» в производственных условиях с учетом гигиенических и социальных факторов.

Нами был проведен анализ литературных данных, опрос экспертов в области медицины, гигиены и охраны труда, на основании результатов анализа выявлены наиболее значимые факторы, с которыми связан «эффект здорового рабочего». Были определены отдельные факторы и степень их влияния, в частности, на текучесть кадров в профессиональных коллективах.

Было выделено три группы факторов: общие, гигиенические и социальные. К общим были отнесены средний возраст при поступлении на работу, преимущественный половой состав и наличие вакансии по основной специальности в регионе. Среди гигиенических факторов выделены класс вредности условий труда, наличие особых требований при выполнении работы, а также загрязнение рабочих мест и присутствие неблагоприятных факторов, таких как шум, неприятный запах и пр.

Созданная компьютерная программа «Программа для априорной оценки интенсивности самоотбора в работающей популяции» позволяет при заполнении анкеты оценить степень интенсивности явлений самоотбора в производственной популяции и сделать ориентировочную оценку систематической ошибки при проведении эпидемиологических исследований в области медицины труда. Она разработана на языке программирования «С++» с использованием кроссплатформенного фреймворка «QT 5.5», что позволяет использовать ее в различных операционных системах. По итогам работы с программой предоставляется величина в баллах, характеризующая возможную интенсивность самоотбора, и краткое описание. Использование программы для оценки явлений самоотбора на ряде предприятий показало ее эффективность и одновременно возможность адаптации к практическим условиям трудовой деятельности на предприятиях.

Таким образом, предложенная методика позволяет сделать априорную ориентировочную оценку возможности влияния явлений «эффекта здорового рабочего» на формирование производственной популяции. Кроме того, использование и совершенствование данной методики позволит учитывать «эффект здорового рабочего» при проведении эпидемиологических исследований в медицине труда.

Поступила 11.11.2020

## БОЛЕЗНИ НЕПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ГЕНЕЗА У ЛИЦ, СТРАДАЮЩИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ НЕЙРОСЕНСОРНОЙ ТУГОУХОСТЬЮ

Туков А.Р., к. м. н., [atukov40@mail.ru](mailto:atukov40@mail.ru),  
Гурьев А.В., [octaber@mail.ru](mailto:octaber@mail.ru),  
Калинина М.Ю., к. м. н., [mykalinina@rosatom.ru](mailto:mykalinina@rosatom.ru)

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Государственный научный центр Российской Федерации — Федеральный медицинский биофизический центр имени А.И. Бурназяна», г. Москва, Россия

Профессиональные заболевания, инвалидность и смертность в трудоспособном возрасте являются актуальными проблемами в контексте экономического развития России.

В 2018 г. показатель заболеваемости профессиональными болезнями в стране уменьшился по сравнению с 2013 г. в 1,5 раза, составляя 1,17 на 10 тыс. работников. Физические вредные производственные факторы (далее — ВПФ) в структуре причин профессиональной патологии в стране за 2018 год составили 49,9%, физические перегрузки и перенапряжение отдельных органов и систем — 24,7%, химические ВПФ — 21,9%, ВПФ, вызывающие аллергические заболевания и злокачественные новообразования (ЗНО), — 1,8%, биологические ВПФ — 1,7%.

В настоящее время производственный шум (далее — ПШ), являющийся основным этиологическим фактором возникновения профессионального снижения слуха, занимает одно из ведущих мест в структуре вредных производственных факторов на рабочих местах большинства производств как в России, так и за рубежом.

В отечественной и зарубежной литературе наиболее часто объектами исследования воздействия ПШ являются работники, занятые подземной добычей угля, нефтедобычей и нефтепереработкой, в горной металлургии, на железнодорожном транспорте, члены экипажей военно-морских и воздушных судов.

Среди работников ПАО «Приаргунское производственное горно-химическое объединение», обслуживаемого учреждением здравоохранения ФМБА России, в структуре заболеваемости профессиональными болезнями нейросенсорная тугоухость (далее — НСТ) находится на первом ранговом месте — 35,8%, при этом 87,9% случаев зарегистрировано у работников, занятых в подземных условиях.

В доступной нам литературе достаточно широко описано воздействие производственного шума на здоровье индустриальных работников. Между тем работы, посвященные оценке здоровья лиц с диагнозом профессиональной НСТ, носят единичный характер. Среди наиболее часто диагностируемых заболеваний непрофессионального генеза отмечаются атеросклероз — 20,0%, заболевания органов пищеварения — 32,9%, артериальная гипертензия — 25,0%, остеохондроз — 21,3%, а также нарушения микроциркуляции в виде спазма сосудов глазного дна — 32,9%; у 97,6% лиц с тугоухостью старше 35 лет диагностирована гиперхолестеринемия.

Целью исследования явился анализ распространенности заболеваний непрофессионального генеза у лиц, имеющих диагноз профессиональной болезни, причиной которой стал производственный шум в ходе работы на предприятиях и в организациях, обслуживаемых учреждениями здравоохранения ФМБА России.

В исследовании использовались данные «Отраслевого регистра лиц, имеющих профессиональные болезни», функционирующего в системе учреждений здравоохранения Федерального медико-биологического агентства. База данных регистра состоит из двух блоков: блок заболеваемости профессиональными болезнями и блок показателей здоровья лиц, имеющих профессиональные болезни, последний включает информацию с 1951 по 2006 г.

В «Отраслевом регистре...» зарегистрировано 108 человек с профессиональной болезнью НСТ; их средний возраст составил  $66,0 \pm 1,3$  года (105 мужчин в возрасте  $66,0 \pm 1,3$  года и 3 женщины в возрасте  $66,0 \pm 8,8$  года). Трудовой стаж до установки диагноза НСТ составил  $24,5 \pm 1,7$  года (у мужчин  $24,4 \pm 1,7$  года, у женщин  $28,0 \pm 9,9$  года).

Распространенность всех заболеваний непрофессионального генеза у лиц с патологией, вызванной производственным шумом, составила у мужчин  $1419,1 \pm 116,3$ , в том числе болезни системы кровообращения (I00-I99) —  $457,1 \pm 48,6$ ; болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (M00-M99.9) —  $419,1 \pm 48,2$ ; болезни органов дыхания (J00-J99.8) —  $190,5 \pm 38,3$ .

По результатам ретроспективного анализа у мужчин с диагнозом нейросенсорной тугоухости на 1-м ранговом месте находятся болезни системы кровообращения. В первую очередь диагностируются болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением, и ишемическая болезнь сердца.

Второе ранговое место занимают болезни костно-мышечной системы, основную часть которых составляют дорсопатии.

На 3-м ранговом месте находятся болезни органов дыхания; из них большую часть занимают острые респираторные инфекции верхних дыхательных путей.

Повышенная частота этих нозологий ставит перед специалистами первичной медико-санитарной помощи задачу их ранней клинической диагностики. Результаты исследования предполагают необходимость их учета при разработке мероприятий, обеспечивающих целенаправленное проведение мер первичной и вторичной профилактики у этого контингента лиц.

Кроме того, подтверждено важное значение «Отраслевого регистра лиц, имеющих профессиональные болезни» в сборе, хранении и учете персональных данных о состоянии здоровья работников ряда производств, имеющих профессиональные заболевания, обслуживаемых медицинскими учреждениями ФМБА России.

Поступила 11.11.2020

## **СОДЕРЖАНИЕ КАРДИОСПЕЦИФИЧЕСКИХ АНТИТЕЛ У РАБОТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ ВОЗДЕЙСТВИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ АЭРОЗОЛЕЙ**

*Умнягина И.А., к. м. н., доцент, receipt@nniigp.ru,*

*Иванова Ю.В., к. м. н., iul.999@yandex.ru,*

*Блинова Т.В., д. м. н., btvdn@yandex.ru,*

*Страхова Л.А., receipt@nniigp.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Россия

Известно, что воздействие вредных производственных факторов в процессе трудовой деятельности значительно увеличивает риск развития патологии системы кровообращения. Клиническими и эпидемиологическими исследованиями показана высокая распространенность кардиоваскулярной патологии у рабочих, подвергающихся воздействию воздушной среды, загрязненной промышленными аэрозолями (далее — ПА). Поэтому ранняя диагностика сердечно-сосудистых заболеваний на уровне донозологических изменений у данной категории работающих приобретает особую актуальность. В последнее время активно обсуждается вопрос участия органоспецифических аутоиммунных реакций в формировании кардиоваскулярной патологии. По современным представлениям, естественные аутоантитела (далее — аАТ) различной специфичности обнаруживаются в организме практически всех здоровых людей. Сывороточное содержание аАТ конкретной специфичности, участвующих в регуляции активности клеточных популяций, а также в иммунном клиренсе собственных антигенов, имеет низкую вариабельность и поддерживается в определенных границах. Развитие любого заболевания влечет за собой изменение продукции аАТ задолго до их клинической манифестации. Это обусловлено стойкими изменениями метаболических процессов в клетках или активацией их апоптоза. Изменения уровней аАТ за пределы как верхней, так и нижней физиологических границ могут быть ранними и специфическими маркерами возникновения патологического процесса.

В связи с вышесказанным целью данного исследования явилась оценка изменений уровня аАТ, отражающих состояние кардиоваскулярной системы у работающих в условиях воздействия промышленных аэрозолей.

Всего в обследовании участвовали 50 мужчин, работающих в АО «Выксунский металлургический завод». Все обследуемые разделены на две группы. В основную группу вошли 33 человека в возрасте  $40,63 \pm 1,5$  года, занятых в условиях воздействия промышленных аэрозолей (кремнеземсодержащая пыль, сварочный аэрозоль и белый корунд). По данным специальной оценки, концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны превышали предельно допустимые и соответствовали классу усло-

вий труда 3.1. В группу сравнения вошли 17 мужчин (средний возраст  $38,78 \pm 7,3$  года), не имеющих в профессиональном маршруте контакта с промышленными аэрозолями. Критериями исключения из исследования являлись: наличие гипертонической болезни, ишемической болезни сердца, сахарного диабета, хронических заболеваний дыхательной системы, возраст старше 65 лет. Исследование проведено в рамках периодического медицинского осмотра на базе консультативной поликлиники ФБУН «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Роспотребнадзора в соответствии с приказом Минздравсоцразвития от 12.04.11 № 302н.

В сыворотке крови обследуемых лиц были определены уровни кардиоваскулярных аутоантител класса IgG к антигенам, отражающим состояние миокарда и сосудистой стенки: компонентам цитоплазмы нейтрофилов и эндотелиальных клеток (с-ANCA), тромбоцитов (TtM-03), NO-синтазе (NOS), PAPP-A — белку, плазминогену, компонентам цитоплазмы кардиомиоцитов (CoM), кардиомиозину L,  $\beta$ 1-адренорецепторам ( $\beta$ 1-AR), двуспиральной ДНК,  $\beta$ 2-гликопротеину ( $\beta$ 2-GP). Содержание аутоантител определяли методом иммуноферментного анализа при помощи ЭЛИ-кардио-Тест (МИЦ «Иммункулус», Россия), иммунореактивность и отклонения R (в процентах от нормализованного уровня) каждого анализируемого образца сыворотки крови рассчитывали согласно инструкции к набору ЭЛИ-Кардио-Тест. Референсный диапазон для содержания антител каждой специфичности составляет от -20 до 10%.

Статистическую обработку данных проводили с использованием программы «Statistica 6.1». Критический уровень значимости при проверке статистических гипотез принимали при  $p < 0,05$ .

В результате проведенного исследования было установлено, что содержание аАТ к плазминогену в группе работающих в условиях воздействия ПА (-15,6 (-23,0; -6,0)%) было снижено относительно группы сравнения (-4,0 (-15,0; -2,5),  $p = 0,003$ ). Медианные значения всех остальных изучаемых показателей находились в пределах референсных значений и не имели статистически значимых межгрупповых различий.

В то же время оценка частоты встречаемости отклонений содержания аАТ от референтного диапазона выявила, что в группе работающих в условиях воздействия ПА только у 12% обследованных все показатели находились в пределах нормы, тогда как в группе сравнения нормальные уровни регистрировались в 47% случаев. Так, у обследованных работников с ПА высокие значения аАТ к компонентам цитоплазмы нейтрофильных гранулоцитов и эндотелиоцитов (с-ANCA) встречались у 30%, что в 4 раза чаще, чем в группе сравнения (7%). Следует отметить, что с-ANCA являются маркерами повреждения эндотелия, а также признаком внутрисосудистого воспаления. Низкие концентрации аАТ к плазминогену и TtM-03, которые могут указывать на активацию процессов тромбообразования, выявлены у каждого третьего (в 33,3 и 35% случаев соответственно), в то время как в группе сравнения регистрировались в 7 и 13% соответственно. Высокие уровни аАТ к  $\beta$ 2-GP, маркера антифосфолипидного синдрома, установлены у 37%, тогда как в группе сравнения концентрации аАТ к данному антигену колебались в пределах референсных значений. Также в основной группе в четыре раза чаще регистрировались высокие уровни аАТ к двуспиральной ДНК, чем в группе сравнения (30 и 7% случаев соответственно). Увеличение аАТ к двуспиральной ДНК может указывать на активацию процессов апоптоза. Повышение уровня аАТ CoM наблюдалось у каждого четвертого работающего в условиях воздействия ПА, в то время как в группе сравнения высокие уровни аАТ данной специфичности не были выявлены ни в одном из случаев. Снижение данного показателя констатировано в 27 и 13% случаев соответственно.

Таким образом, проведенное исследование показало, что у лиц, подверженных воздействию промышленных аэрозолей, наблюдаются изменения аутоиммунных реакций, которые проявлялись в большей частоте встречаемости повышенных и пониженных уровней аАТ, что обусловило различие между группами по показателям, характеризующим состояние сосудистого русла и системы гемостаза (аАТ TtM-03, плазминогену, с-ANCA,  $\beta$ 2-GP), кардиомиоцитов (аАТ CoM) и апоптоза (аАТ двуспиральной ДНК). Известно, что негативные эффекты воздействия твердых частиц на сердечно-сосудистую систему возникают в результате развития окислительного стресса, активации провоспалительных процессов и эндотелиальной дисфункции. Данные патологические процессы способствуют увеличению концентраций продуктов тканевого обмена со свойствами аутоантигенов. Изменение уровней аАТ при воздействии ПА на определенном этапе может отражать активность механизмов адаптации, направленных на поддержание гомеостаза и нивелирование патологических преобразований за счет оптимизации клиренса антигенов. Роль кардиоспецифических аАТ в формировании и прогрессировании сердечно-сосудистой патологии у работающих в условиях воздействия ПА требует дальнейшего изучения.

Поступила 03.11.2020

# СОВРЕМЕННЫЙ ПОДХОД К РЕАБИЛИТАЦИИ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ И ПЕРИФЕРИЧЕСКОЙ НЕРВНОЙ СИСТЕМЫ

Урманцева Ф. А., lady.ferdaus@yandex.ru,  
Маликова А. И., malikova.albina07021989@yandex.ru,  
Газизова Н. Р., nelli.ga012@gmail.com

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Сохранение здоровья работников промышленных предприятий — важнейшая задача в обеспечении трудоспособности промышленных предприятий Южного Урала. Территория перенасыщена предприятиями горнодобывающей, металлургической, горнообрабатывающей промышленности.

Профессиональные заболевания — заболевания, в возникновении которых решающая роль принадлежит воздействию неблагоприятных факторов производственной среды и трудового процесса.

Среди промышленных заболеваний опорно-двигательного аппарата, которые вызываются перенапряжением и микротравматизацией, преобладают поражения верхних конечностей, что обусловлено анатомическими особенностями строения плечевого пояса. Пик распространенности боли в спине приходится на наиболее трудоспособный возраст и профессиональную зрелость.

Заболевания периферической нервной системы и опорно-двигательного аппарата имеют сложную многофакторную природу. Среди причин их возникновения не последнее место занимают производственные факторы. Динамические и статические нагрузки на позвоночник, вызываемые однотипностью рабочих операций, неблагоприятные микроклиматические условия — это факторы, которые в процессе трудовой деятельности могут способствовать развитию и поддержанию патологических изменений в позвоночнике и тем самым снижать функциональные возможности организма. Учитывая высокий уровень профессиональной заболеваемости среди работников, рост соматической патологии, наиболее актуальными в настоящее время являются проблемы поиска и внедрения новых схем и методов для лечения, профилактики заболеваний костно-мышечной и периферической нервной системы.

Приоритетное направление профилактических и лечебно-реабилитационных мероприятий отводится физиотерапии и санаторно-курортному лечению.

Важная роль в системе этапного лечения больных с профессиональными заболеваниями принадлежит санаторно-курортным факторам, оказывающим положительное влияние на иммунологическую реактивность организма. Основные санаторно-курортные факторы направлены на устранение болевого синдрома, купирование воспалительного процесса и тем самым способствуют улучшению микроциркуляции и регенерации в поврежденных нервных стволах и мышцах.

*Основные характерные клинические симптомы:*

- гипергидроз кистей и стоп;
- гипотрофия мышц;
- цианоз дистальных отделов конечностей;
- расстройство болевой и температурной чувствительности;
- снижение рефлексов;
- явление парестезии в руках и ногах;
- боли в суставах;
- нарушение механизмов адаптации.

*Профессиональные заболевания опорно-двигательного аппарата, периферической нервной системы и методы реабилитации*

Миофиброз — патология мышц, характеризующаяся развитием воспалительного процесса, сопровождается появлением болей ломящего характера и последующим развитием фиброза мышечной ткани конечностей.

*Технология лечения.* 1. ДДТ — постоянный ток низкой частоты: анод — на шейно-воротниковую область, катод — на измененную мышцу. Механизм действия: улучшает трофику и сократительную способность мышц, оказывает обезболивающее действие. Сочетается с массажем, ЛФК, теплолечением, бальнеолечением.

2. УЗТ — ультразвуковая терапия: механические колебания с частотой от 800 до 1000 кГц, контактно, вибратор перемещают по кожной поверхности плеча или предплечья, режим непрерывный по 3–5 мин на одну зону. Механизм действия — антиспастическое действие, улучшает биоэлектрическую активность и сократительную способность мышц, обладает болеутоляющим действием, сочетается с массажем и ЛФК в чередовании с бальнеолечением и теплолечением.

Полинейропатия, сенсорно-вегетативная форма: симптомы — боль, парестезии и вегетативно-трофические расстройства.

*Технология лечения.* 1. Дарсонвализация или ультратонотерапия на соответствующие сегментарные зоны позвоночника.

2. ПеМП — индукторы располагают паравертебрально на шейно-грудной отдел, на тыльную область кистей и стоп.

3. СМТ — паравертебрально на сегментарные зоны позвоночника и поперечно на болевые зоны, режим переменный, род работы III–IV, частота 100–70 Гц, глубина модуляции 75 %, по 3–5 мин № 5–7 ежедневно.

4. Парафиновые (50–55 °С), озокеритовые (48–52 °С), грязевые (40–44 °С) аппликации по типу высоких «чулок» или «перчаток» по 20–30 мин № 12–15, чередуют с водными процедурами.

5. Подводный душ-массаж вдоль позвоночника и конечностей. Давление струи — до 2 атмосфер, 20 мин № 10 через день.

Полинейропатия, двигательная форма. 1. СМТ в режиме электростимуляции, электроды располагают на двигательные точки мышц. 2. Электрофорез йода (–), прозерин (+) на соответствующие сегменты позвоночника. 3. Радоновые ванны (40–80 нКи/л): температура не более 37 °С, по 10–15 мин № 10 через день. 4. Сероводородные ванны (80–100–120 мг/л): температура 36–37 °С, по 8–10–12 минут № 10 через день. 5. Морские ванны: температура 36–37 °С, по 10–15 минут № 10. 6. Скипидарные ванны: температура 38–39 °С, по 5–8 мин № 6. Совместимость с массажем и ЛФК.

Радикулопатия: 1. СМТ — стимуляция соответствующих нервов. 2. ДМВ на пояснично-крестцовую область. 3. Общая магнитотерапия на аппарате «Колибри». 4. Гальваногрязевые процедуры по стандартной методике. 5. Скипидарные и сероводородные ванны через день. 6. Подводный душ-массаж. 7. Посещение бассейна. 8. Ручной массаж. 9. Лечебная гимнастика.

*Выводы.* Таким образом, санаторно-курортное лечение способствует увеличению адаптационных возможностей организма пациентов с профессиональными заболеваниями.

При организации мероприятий медицинской реабилитации и лечебных технологий у лиц с профессиональными заболеваниями в санаториях и профилакториях следует руководствоваться наличием адаптационного потенциала, выраженностью основной и сопутствующей патологии.

Рекомендуется проведение персонифицированной восстановительной коррекции с учетом возможной ответной реакции на физические факторы.

Разработанные технологии восстановительного лечения в условиях санатория, профилактория являются недооцененным резервом оздоровления и профилактики профессиональных заболеваний костно-мышечной и периферической нервной системы.

Поступила 03.11.2020

## Раздел 4

# ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. СТАТЬИ

### ОСОБЕННОСТИ ЖИЗНЕДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБУЧАЮЩИХСЯ СТАРШИХ КЛАССОВ В УСЛОВИЯХ ЦИФРОВОЙ СРЕДЫ

Березина Н. О., к. м. н., [nadberezina@mail.ru](mailto:nadberezina@mail.ru)

Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Повсеместное распространение различных цифровых устройств, широко используемых в учебное и досуговое время, вносит существенные изменения в жизнедеятельность современных школьников. В условиях общеобразовательных организаций цифровые средства обучения позволяют разнообразить способы подачи учебного материала, повышая интерес обучающихся к занятиям [1]. В то же время увлеченность школьников гаджетами, в том числе смартфонами, имеющими легкий доступ в мобильный интернет, приводит к значительному увеличению информационной нагрузки [2]. Изменения образа жизни обучающихся, характеризующиеся перенасыщением различными цифровыми устройствами, постоянной экранной занятостью, приводят к существенным нарушениям режима дня, что негативно отражается на состоянии здоровья учащихся.

Цель исследования заключалась в изучении жизнедеятельности старшеклассников — пользователей цифровых устройств для обоснования направлений профилактической работы по снижению рисков нарушения здоровья.

Исследования методом анонимного анкетирования старшеклассников проводились в московских общеобразовательных организациях — всего 87 респондентов. Все этические нормы, изложенные в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации и Директивах Европейского сообщества, были соблюдены. Статистическая обработка данных осуществлялась по программе Statistica 6,0.

Результаты анкетирования позволили определить виды деятельности старшеклассников с активным использованием различных цифровых устройств. Абсолютное большинство респондентов (до 92,0 %) используют гаджеты для получения информации, от 67,6 до 80,0 % — для просмотра фильмов и видеоматериалов, каждый десятый пользователь ноутбука и 27,0 % пользователей компьютера занимаются программированием. Помимо общения и поиска информации (100,0 и 78,2 % соответственно) смартфон чаще, чем другие гаджеты, используется для слушания музыки (83,3 % против 27,0–36,7 % пользователей компьютера и ноутбука,  $p < 0,001$ ) и чтения литературы (52,6 % против 16,3–27,0 %,  $p < 0,05$ ) (таблица 1).

Таблица 1. — Использование гаджетов в зависимости от вида деятельности старшеклассников, %

Вид деятельности	Компьютер (n = 37)	Ноутбук (n = 49)	Смартфон (n = 78)
Поиск информации	92,0 ± 4,5	83,7 ± 5,3	78,2 ± 4,7
Программирование	27,0 ± 7,3	10,2 ± 5,1	2,6 ± 1,8
Общение	54,0 ± 8,2	51,0 ± 7,1	100,0**
Игры	43,2 ± 8,1	24,5 ± 6,1	32,0 ± 5,3
Чтение литературы	27,0 ± 7,3	16,3 ± 5,3	52,6 ± 5,6*
Слушание музыки	27,0 ± 7,3	36,7 ± 6,9	83,3 ± 4,2**
Просмотр фильмов, видеоматериалов	67,6 ± 7,7	80,0 ± 5,7	70,5 ± 5,2

\*  $p < 0,05$ ;  
\*\*  $p < 0,001$ .

Установлено, что все респонденты имели смартфон. Продолжительность его использования более 4 часов ежедневно отмечалась у 73,6 % обучающихся в учебные дни и у 65,9 % в выходные дни, при этом не более 2 часов в день пользовались смартфоном только 9,2–13,4 % школьников.

Внедрение в повседневную жизнь цифровых устройств влияет на психоэмоциональное состояние подростков. Так, занятия с гаджетами у каждого четвертого обучающегося вызывают чувство азарта, возбуждение отмечается у каждого пятого пользователя смартфона, при этом каждый десятый подросток испытывает разочарование. У большинства пользователей компьютера и ноутбука и 38,3 % пользователей смартфона появляется усталость (таблица 2).

Таблица 2. — Особенности психоэмоционального состояния старшеклассников — пользователей гаджетов, %

Психоэмоциональное состояние	Компьютер (n = 28)	Ноутбук (n = 41)	Смартфон (n = 60)
Возбуждение	7,1 ± 4,8	9,8 ± 4,6	21,7 ± 5,3*
Азарт	25,0 ± 8,2	22,0 ± 6,5	25,0 ± 5,6
Разочарование	7,1 ± 4,8	4,9 ± 3,4	10,0 ± 3,9
Усталость	67,8 ± 8,8	78,0 ± 6,5	38,3 ± 6,3**
* p < 0,05; ** p < 0,01.			

Обращает на себя внимание тот факт, что у 63,0 % подростков возникают психологические трудности при необходимости прервать занятия с гаджетами.

При использовании цифровых устройств не более 30 минут жалобы на ухудшение самочувствия регистрировались у 13,8 % пользователей компьютера и у 6,4 % пользователей ноутбука, а при использовании их более 2 часов ухудшение самочувствия было выявлено у 41,4–42,6 % обучающихся.

Аналогичные результаты были получены у пользователей смартфонов: при их использовании до 30 минут жалобы отмечались только у 5,2 % подростков, а при увеличении продолжительности воздействия смартфона более 2 часов жалобы регистрировались у большинства пользователей (63,8 % против 5,2 %, p < 0,001) (таблица 3).

Таблица 3. — Зависимость появления жалоб на ухудшение самочувствия у старшеклассников от продолжительности использования гаджетов, %

Продолжительность использования	Компьютер (n = 29)	Ноутбук (n = 47)	Смартфон (n = 58)
Не более 30 минут	13,8 ± 6,4	6,4 ± 3,6	5,2 ± 2,9
Не более 1 часа	24,1 ± 7,9	12,8 ± 4,9	10,3 ± 4,0
Не более 2 часов	20,7 ± 7,5	38,3 ± 7,1	20,7 ± 5,3
Более 2 часов	41,4 ± 9,1*	42,6 ± 7,2*	63,8 ± 6,3*
* p < 0,001.			

По данным анкетирования подростков выявлено сокращение продолжительности ежедневного пребывания их на воздухе. У каждого десятого респондента продолжительность прогулки составляет не более 30 минут в день, а у каждого пятого обучающегося — не более 1 часа, 50,0 % старшеклассников бывают на свежем воздухе не более 2 часов ежедневно (таблица 4).

Таблица 4. — Продолжительность ежедневного пребывания на свежем воздухе обучающихся старших классов, %

Продолжительность прогулки	Количество ответов (n = 78)
Не более 30 минут	11,5 ± 3,6
Не более 1 часа	18,0 ± 4,3
Не более 2 часов	50,0 ± 5,7
Более 2 часов	20,5 ± 4,6

Результаты исследования свидетельствуют, что в учебные дни 50,0% старшеклассников продолжают использовать цифровые устройства в вечернее время (до 22 часов), каждый десятый обучающийся проводит время перед экранами гаджетов в ночное время, а каждый пятый подросток постоянно пользуется цифровыми устройствами практически круглосуточно, исключая только время сна.

Установлено значительное сокращение продолжительности сна у старшеклассников. Только 2,7% подростков ложатся спать не позднее 22 часов, в то же время 45,5% обучающихся засыпают после полуночи. В предыдущих наших исследованиях образа жизни обучающихся средних классов было выявлено, что сон после полуночи характерен для 18,8% школьников 6–7 классов и 38,5% подростков 8–9 классов [3].

В результате несоблюдения режима дня продолжительность сна у каждого шестого старшеклассника составляла не более 5 часов в сутки. Каждый четвертый подросток спит 6–6,5 часа, а 28,4% респондентов — не более 7 часов (таблица 5).

Таблица 5. — Продолжительность сна у старшеклассников, %

Продолжительность сна (часы)	Количество ответов (n = 74)
8–8,5	29,7±4,8
7	28,4±8,2
6–6,5	25,7±4,8
Не более 5	16,2±8,8

Жалобы на нарушения сна регистрировались у большинства пользователей гаджетов, при этом при использовании смартфона нарушения сна встречались намного чаще, чем при использовании ноутбука и компьютера: (56,7±6,4)% против (19,5±6,2)% и (25,0±8,2)% соответственно,  $p < 0,001$ .

Полученные в результате анкетирования данные свидетельствуют о существенных изменениях характера жизнедеятельности старшеклассников в связи с увеличением продолжительности использования ими различных гаджетов в условиях общеобразовательной организации и домашних условиях.

Несоблюдение гигиенических требований к использованию цифровых устройств приводит к нарушениям режима дня подростков: значительно сокращается продолжительность сна и продолжительность пребывания на свежем воздухе, что негативно сказывается на функциональном состоянии организма обучающихся. У большинства школьников — пользователей гаджетов отмечаются нарушения психоэмоционального состояния, в том числе регистрируется высокая распространенность жалоб на нарушения сна и усталость.

Учитывая возможные риски нарушения здоровья у старшеклассников в связи с чрезмерным увлечением ими гаджетами, медицинским работникам общеобразовательных организаций необходимо акцентировать внимание на проведении просветительской работы среди школьников, их родителей и педагогов по вопросам соблюдения правил безопасного для здоровья использования различных цифровых устройств.

## Литература

1. Степанова, М.И. Гигиеническая безопасность цифровой образовательной среды детей и подростков / М.И. Степанова // Педагогика. — 2018. — № 12. — С. 38–46.
2. Вятлева, О.А. Влияние использования смартфонов на самочувствие, когнитивные функции и морфофункциональное состояние центральной нервной системы у детей и подростков (обзор литературы) / О.А. Вятлева // Вопросы школьной и университетской медицины. — 2020. — № 1. — С. 4–11.
3. Березина, Н.О. Влияние цифровых средств обучения на самочувствие обучающихся средних классов / Н.О. Березина, М.И. Степанова // Здоровье населения и среда обитания. — 2020. — № 8. — С. 20–25.

Поступила 01.11.2020

# КОНТРОЛЬ КОМПОНЕНТНОГО СОСТАВА ТЕЛА КАК ФАКТОР ЗДОРОВЬЕСБЕРЕЖЕНИЯ ДЕВОЧЕК, ЗАНИМАЮЩИХСЯ ХУДОЖЕСТВЕННОЙ ГИМНАСТИКОЙ

<sup>1</sup>Выборная К. В., *dombim@mail.ru*,

<sup>1</sup>Семенов М. М., *muradin-81@mail.ru*,

<sup>2</sup>Захарова М. Ф., *mfbzakharova@mail.ru*,

<sup>1</sup>Лавриненко С. В., *lavrinenko.sem@yandex.ru*,

<sup>1</sup>Раджабкадиев Р. М., *89886999800@mail.ru*,

<sup>1</sup>Никитюк Д. Б., д. м. н., профессор, член-корр. РАН, *dimitrynik@mail.ru*

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия;

<sup>2</sup>Государственное казенное учреждение «Центр спортивных инновационных технологий и подготовки сборных команд» Департамента спорта города Москвы, г. Москва, Россия

Художественная гимнастика — один из видов спорта, в котором ранняя специализация является одним из факторов спортивной успешности спортсменок. Главными критериями отбора в художественную гимнастику являются как определенные физические качества — гибкость, координация, сила, специальная выносливость, так и морфологические параметры — длина, масса, компонентный состав тела и определенный соматотип. При этом девочки тонкокостных соматотипов являются предпочтительными для данного вида спорта, несмотря на то что они чаще всего развиваются по ретардантному типу, которому необходимо больше времени для формирования и закрепления двигательных навыков. Эффективность их тренировки затруднена из-за невысокого уровня физической подготовленности в сравнении с другими типами телосложения [1]. При тренировке девочек и девушек, занимающихся сложно-координационными видами спорта, в том числе художественной гимнастикой, важно обращать внимание на то, что масса тела, в том числе жировой ее компонент, должны быть достаточно низкими и при этом находиться не ниже границ физиологических норм, так как это может послужить причиной развития ряда патологических процессов в организме, в том числе задержки полового развития [4]. Оценка компонентного состава тела и контроль за динамикой роста и развития спортсменок, занимающихся сложно-координационными видами спорта, в том числе художественной гимнастикой, являются одной из главных задач здоровьесбережения спортсменок.

Цель работы — провести измерение основных антропометрических параметров (масса и длина тела) и компонентного состава тела художественных гимнасток и девочек и девушек контрольной группы; определить, имеются ли различия в этих показателях у девочек, занимающихся и не занимающихся спортом; выявить отличительные особенности состава тела гимнасток.

Проведено обследование девочек и девушек, занимающихся художественной гимнастикой ( $n = 102$ , количество при разделении на возрастные группы указано в таблицах 1а и 1б). В качестве контрольной группы были обследованы девочки и девушки, обучающиеся в двух среднеобразовательных школах и колледже, не занимающиеся спортом дополнительно ( $n = 340$ , количество при разделении на возрастные группы указано в таблицах 2а и 2б). Исследование осуществлялось в соответствии со стандартами комитета по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». Все измерения проводились утром натощак, в медицинском кабинете, в нижнем белье. Во время измерений соблюдались стандартные условия измерения, температура воздуха в помещении составляла 22 °С.

Антропометрические измерения проводились по стандартной методике [5]. Длину тела (ДТ) определяли с помощью медицинского ростомера, массу тела (далее — МТ) измеряли с помощью электронных медицинских весов ВЭМ-150. На основании полученных данных рассчитывали значение индекса массы тела (далее — ИМТ). Состав тела определяли с помощью биоимпедансного анализатора состава тела и водных секторов организма АВС-01 (Медасс, Россия). Проводили анализ содержания в организме следующих показателей: жировая масса тела — абсолютное (далее — ЖМТ, кг) и относительное (далее — ЖМТ, %) содержание, тощая (безжировая) масса тела — абсолютное содержание (далее — ТМТ, кг), активная клеточная масса — абсолютное (далее — АКМ, кг) и относительное (далее — АКМ, %) содержание, и скелетно-мышечная масса — абсолютное (далее — СММ, кг) и относительное (далее — СММ, % от ТМТ) содержание [3].

Обработка данных и построение графиков выполнялись с использованием программ MS Excel 2007, Statistica 7. Проверку достоверности различия средних значений изучаемых признаков оценивали по t-критерию Стьюдента, достоверными считали различия при  $p < 0,05$  [2].

На основании проведенных измерений были получены данные по основным параметрам состава тела спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой, и представительниц контрольной группы. Средние значения по возрастным группам представлены в таблицах 1а и 1б для девочек-гимнасток, 2а и 2б для девочек контрольной группы.

При сравнении представительниц обеих групп по длине тела было показано, что в возрастных группах 7, 8, 11, 12 и 13 лет девочки группы контроля превышают по длине тела гимнасток, в возрастных группах 10, 15, 16 и 17 лет гимнастки по длине тела опережают девочек группы контроля, длина тела в возрастных группах 9 и 14 лет одинаковая. Достоверность различий установлена только в возрастных группах 13, 16 и 17 лет. При этом все девочки контрольной группы превышают девочек-гимнасток по массе тела; различия достоверны в группах 7, 8, 11, 12, 13 и 14 лет. Девочки группы контроля во всех возрастных группах превышают гимнасток по показателю ИМТ; во всех группах, кроме 8 и 9 лет, различия достоверны.

Таблица 1а. — Основные антропометрические параметры и параметры состава тела спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой (возрастные группы 6–11 лет)

Показатели	Возрастная группа, лет					
	6	7	8	9	10	11
Количество обследованных, n	4	15	6	8	17	16
ДТ, см	116,8±2,3 (114,1 ÷ 119,5)	119,7±3,2 (115,5 ÷ 125,7)	125,8±8,5 (114,9 ÷ 140,2)	131,7±7 (125,9 ÷ 146,9)	140±4,9 (129,4 ÷ 145,3)	145±7 (136 ÷ 165)
МТ, кг	19,7±0,7 (18,9 ÷ 20,4)	20,5±1,2 (18,6 ÷ 22,8)	22,8±3,4 (19,9 ÷ 29,3)	25,7±2,8 (21,7 ÷ 29,7)	29,8±2,6 (23,7 ÷ 32,9)	33,6±4,5 (29 ÷ 46,8)
ИМТ	14,4±0,1 (14,3 ÷ 14,5)	14,3±0,6 (13,1 ÷ 15,4)	14,4±1,5 (13 ÷ 17,2)	14,8±1,2 (13,3 ÷ 16,3)	15,2±0,8 (13,9 ÷ 16,4)	16±1,2 (14,6 ÷ 18,9)
ЖМТ, кг	2,8±0,5 (2,1 ÷ 3,2)	2,5±1 (0,9 ÷ 4)	3,4±1,5 (2 ÷ 6)	3,1±0,9 (1,6 ÷ 4,3)	4,5±0,7 (3 ÷ 5,2)	5,4±1,3 (3,9 ÷ 7,9)
ЖМТ, %	14±3 (10,1 ÷ 17)	12±4,6 (4,8 ÷ 20,1)	14,6±4,6 (9,2 ÷ 20,4)	12,2±3 (7,5 ÷ 16,6)	15,1±2,4 (10,5 ÷ 18,9)	16±2,7 (12,5 ÷ 21,6)
ТМТ, кг	16,9±1,1 (15,7 ÷ 18,3)	18±1,3 (15,8 ÷ 20,2)	19,4±2,3 (16,9 ÷ 23,3)	22,6±2,6 (18,6 ÷ 26,9)	25,3±2,5 (19,6 ÷ 28,6)	28,2±3,5 (24,5 ÷ 39,1)
АКМ, кг	8,7±0,7 (7,9 ÷ 9,6)	9,3±0,9 (7,7 ÷ 10,7)	10,2±1 (8,9 ÷ 11,5)	11,9±1,2 (10,3 ÷ 14)	13,6±1,4 (10,6 ÷ 15,7)	15,1±2 (12,9 ÷ 21,2)
АКМ, %	51,4±4,1 (47,6 ÷ 56,6)	51,4±2,9 (44,8 ÷ 54,8)	52,8±2,9 (48,2 ÷ 55,9)	53±2 (49,5 ÷ 55,5)	53,9±1,3 (51 ÷ 56)	53,4±2,4 (46,5 ÷ 55,8)
СММ, кг	7,1±0,8 (6,2 ÷ 8,2)	8±0,9 (6,2 ÷ 9,6)	9,1±1,8 (7,4 ÷ 12,1)	11,2±1,7 (8,8 ÷ 14)	13,2±1,6 (9,5 ÷ 15,2)	14,8±2 (12,9 ÷ 20,7)
СММ, % от ТМТ	42,1±2,2 (39,4 ÷ 44,8)	44,2±2,4 (39,4 ÷ 47,7)	46,6±4 (40,4 ÷ 51,7)	49,6±2,4 (47,1 ÷ 54,3)	51,9±1,7 (47,4 ÷ 53,3)	52,5±1,3 (49,7 ÷ 53,9)
Примечание. Данные представлены в виде средней арифметической, стандартного отклонения, минимума и максимума.						

Таблица 1б (продолжение таблицы 1а). — Основные антропометрические параметры и параметры состава тела спортсменок, занимающихся художественной гимнастикой (возрастные группы 12–17 лет)

Показатели	Возрастная группа, лет					
	12	13	14	15	16	17
Количество обследованных, n	15	9	8	4	3	6

Показатели	Возрастная группа, лет					
	12	13	14	15	16	17
ДТ, см	146±5,6 (134÷155)	150,6±7,5 (134÷159,6)	159,5±8 (142÷169,5)	166,4±6,2 (159÷174)	170,7±2,8 (168÷173,5)	170,7±3,5 (166,3÷176,5)
МТ, кг	33,4±3 (27÷37)	37,1±5,7 (27,4÷45,7)	40,9±6,3 (29,9÷49,7)	45,7±3,2 (43,7÷50,5)	51,4±4,9 (46,3÷56)	52,5±4,4 (46,2÷59,4)
ИМТ	15,7±0,7 (14,2÷16,8)	16,3±1,7 (13,8÷19,5)	15,9±1,1 (14,8÷17,3)	16,5±0,7 (15,9÷17,4)	17,6±1,1 (16,4÷18,6)	18±1,5 (15,5÷19,9)
ЖМТ, кг	5±1,6 (3÷8,9)	5,5±1,8 (2,9÷8,4)	6,6±2,4 (2,7÷9,3)	5,9±2,5 (4÷9,6)	9,3±2,5 (6,6÷11,6)	10±2,2 (7,2÷12,9)
ЖМТ, %	14,9±3,8 (9,6÷23,9)	14,7±3,8 (9,4÷18,9)	15,8±4,4 (7÷19,5)	12,8±4,4 (9÷19)	17,9±4,1 (14,3÷22,3)	18,9±3,3 (13,8÷23,4)
ТМТ, кг	28,4±2,4 (24÷31,6)	31,6±4,6 (22,5÷37,3)	34,3±4,6 (24,8÷40,4)	39,8±1,1 (38,5÷40,9)	42,2±3,7 (39,7÷46,4)	42,5±3,4 (37÷47,1)
АКМ, кг	15,4±1,5 (13,7÷18,1)	16,8±2,8 (11,6÷20,5)	17,3±2 (13,7÷20,6)	20,1±1 (18,9÷21,3)	23,9±1,7 (22,8÷25,9)	23,6±2,4 (19,7÷26,9)
АКМ, %	54,2±2,2 (51÷57,7)	53±2,3 (49,3÷56,9)	50,5±2,1 (48,7÷55,3)	50,6±1,4 (49,2÷52,2)	56,8±0,8 (55,9÷57,5)	55,5±1,9 (53,3÷58,2)
СММ, кг	15,1±1,5 (12,3÷17)	17±2,7 (11,2÷19,7)	18,6±2,5 (13,1÷21,2)	21,6±0,6 (20,9÷22,4)	22,2±1,8 (20,9÷24,2)	22,3±1,6 (19,7÷24,1)
СММ, % от ТМТ	53±1,1 (51,1÷54,5)	53,9±2,2 (50÷57,8)	54,2±1,7 (52,6÷57,5)	54,2±1,2 (52,5÷55,2)	52,6±1,1 (51,8÷53,9)	52,4±0,9 (51,2÷53,2)
Примечание. Данные представлены в виде средней арифметической, стандартного отклонения, минимума и максимума.						

Таблица 2а. — Основные антропометрические параметры и параметры состава тела девочек контрольной группы (возрастные группы 7–11 лет)

Показатели	Возрастная группа, лет				
	7	8	9	10	11
Количество обследованных, n	5	11	15	25	52
ДТ, см	122,2±3,6 (117÷127)	130,9±7,9 (120÷149)	132,2±6,5 (120÷145)	137,6±7,6 (115÷149)	147,8±6,8 (134÷161)
МТ, кг	24,4±5,4 (20,7÷33,8)	28,7±6 (20,7÷37,8)	27,5±4 (22÷34)	33,5±7,5 (20÷54)	39,7±10 (21÷63)
ИМТ	16,2±2,8 (13,7÷21)	16,6±2,3 (13,9÷21,4)	15,7±1,7 (12,9÷18,5)	17,7±3,6 (13,6÷30,5)	18±3,6 (10,7÷26,2)
ЖМТ, кг	5,8±3,6 (3,5÷12,1)	6,1±2,3 (3÷10)	5,5±1,9 (2,7÷9,5)	7,8±3,9 (3,4÷20,2)	9±5,1 (1÷22,4)
ЖМТ, %	22,6±7,8 (15,8÷35,8)	20,6±4,1 (12,4÷26,4)	19,8±5,4 (12,2÷29)	22,5±6 (12÷37,5)	21,2±7,5 (3,3÷36,2)
ТМТ, кг	18,6±2,1 (16,1÷21,7)	22,6±3,9 (16,7÷29,2)	22±3,1 (18÷27,6)	25,7±4,5 (16,1÷33,8)	30,7±5,6 (18,5÷42,4)
АКМ, кг	9,5±0,9 (8,6÷10,8)	11,9±2,2 (8,3÷15,5)	11,4±1,7 (9,1÷14,3)	14±2,7 (8,7÷20)	16,6±3,4 (7÷23,2)
АКМ, %	51,1±1,8 (48,9÷53,2)	52,7±2,9 (49,5÷57,4)	51,9±3,3 (44,4÷56,4)	54,5±2,1 (51,3÷59,3)	53,7±3,8 (38÷62,3)
СММ, кг	7,9±0,8 (7,1÷8,9)	10,7±2,3 (7,1÷15,1)	10,7±2 (7,7÷13,7)	12,6±2,4 (6,3÷17,3)	15,7±2,6 (10,2÷21,5)
СММ, % от ТМТ	42,9±1,5 (41,2÷44,4)	47,2±2,5 (42,5÷51,7)	48,2±2,9 (42,9÷54,6)	48,8±3,8 (39÷53,3)	51,2±2,6 (46÷61,1)
Примечание. Данные представлены в виде средней арифметической, стандартного отклонения, минимума и максимума.					

Таблица 2б (продолжение таблицы 2а). — Основные антропометрические параметры и параметры состава тела девочек контрольной группы (возрастные группы 7–11 лет)

Показатели	Возрастная группа, лет					
	12	13	14	15	16	17
Количество обследованных, n	34	46	62	57	33	39
ДТ, см	149,8±7,2 (133÷160)	158,6±7,2 (139÷176)	160,2±6,9 (144÷182)	161,2±5,7 (148÷175)	163,3±5,7 (154÷180)	163,6±5,1 (152÷175)
МТ, кг	42,2±9,4 (23÷65)	49,6±10,7 (26,5÷72)	51,7±11,8 (29÷100)	53,3±10,4 (40÷96)	58±9,2 (45÷86,3)	56±7,9 (40,6÷86)
ИМТ	18,6±3,2 (13÷26)	19,6±3,3 (13,7÷28,8)	20±3,5 (14÷31,1)	20,5±3,4 (15,8÷36,1)	21,8±3,4 (18÷32,1)	20,9±2,4 (16,5÷28,1)
ЖМТ, кг	9,4±4,8 (2÷20,6)	11,4±4,9 (3,6÷24,4)	12,6±6,2 (4,6÷34,5)	13,6±5,3 (6,4÷34,8)	15,6±5,3 (6÷30,2)	14,2±4,3 (6,3÷27,5)
ЖМТ, %	21,2±7,1 (6,5÷33,7)	22,2±5,2 (13÷35,3)	23,4±6,1 (12,4÷39)	24,8±5,1 (15,8÷36,2)	26,5±5,6 (13,3÷36,8)	25,1±5,1 (11,7÷33,6)
ТМТ, кг	32,8±5,6 (21÷48,1)	38,2±6,4 (22,9÷54,5)	39±6,2 (24÷65,5)	39,8±5,8 (32,1÷61,2)	42,4±5,3 (36÷56,7)	41,8±4,9 (29,4÷58,5)
АКМ, кг	17,5±3,1 (11,5÷26,6)	20,8±3,8 (11,7÷30,1)	21,3±3,9 (12,9÷37,6)	21,9±3,6 (16÷35,3)	24±3,6 (19,5÷34,5)	24,1±3,4 (14,9÷32,1)
АКМ, %	53,3±2,9 (46,6÷60,2)	54,4±2,8 (46,8÷60,4)	54,4±2,6 (49,3÷60)	55±2,6 (48,9÷61,4)	56,7±3 (49,8÷61,7)	57,7±4,2 (50,8÷65,7)
СММ, кг	16,8±2,8 (10,8÷23,6)	19,5±2,8 (12,1÷26,8)	19,8±2,5 (12,8÷29,5)	20,1±2,4 (16,5÷27,4)	21,2±2,3 (17,7÷26)	21,2±2,3 (15,2÷27,3)
СММ, % от ТМТ	51,3±2,3 (47,2÷57,4)	51,4±1,9 (46,6÷54,6)	51,2±2,3 (44,4÷54,4)	50,9±2 (44,7÷54,3)	50,1±2 (45,4÷53,9)	50,7±1,6 (46,6÷53,3)
Примечание. Данные представлены в виде средней арифметической, стандартного отклонения, минимума и максимума.						

При анализе данных по жировой массе тела было показано, что достоверных отличий по относительному содержанию жира (ЖМТ, %) в теле гимнасток между всеми возрастными группами нет. Также отсутствуют достоверные различия значений данного показателя в группе контроля между девушками и девочками разных возрастных групп. При этом при межгрупповом сравнении девочки группы гимнасток имеют более низкие значения показателей ЖМТ, %, чем представительницы группы контроля, во всех обследованных возрастных группах (7–17 лет); различия достоверны для всех возрастных групп.

Следует отметить, что с 7 до 11 лет достоверные различия в составе тела между девочками двух обследованных групп выявлены только по жировой массе тела (в абсолютных и относительных количествах), а значения показателей тощей массы тела различаются незначительно. Начиная с 12-летнего возраста отличия в компонентном составе тела касаются и отдельных составляющих частей тощей массы тела. Несмотря на то что прослеживаются общие закономерности роста и развития, свойственные как гимнасткам, так и представительницам контрольной группы, — с увеличением возраста увеличиваются значения всех компонентов тощей массы тела (АКМ, кг, АКМ, %, СММ, кг), количество этих компонентов различно как при сравнении представительниц всех возрастных групп отдельно внутри группы гимнасток и внутри группы контроля, так и при сравнении групп с различной физической нагрузкой между собой.

Так, по сравнению с группой контроля в возрасте 12 и 13 лет у гимнасток достоверно ниже показатели ТМТ, кг, АКМ, кг, СММ, кг, СММ, % от ТМТ, при этом показатель АКМ, % выше у гимнасток (различия недостоверны). В возрасте 14 лет у гимнасток достоверно ниже показатели ТМТ, кг, АКМ, кг, АКМ, %, СММ, % от ТМТ, а показатель СММ, кг ниже, но недостоверно. В возрасте 15 лет у гимнасток показатели ТМТ, кг имеют одинаковые значения с группой контроля, АКМ, кг ниже, но недостоверно, АКМ, % достоверно ниже, показатель СММ, кг выше, но недостоверно, и показатель СММ, % от ТМТ достоверно выше. В возрасте 16 лет у гимнасток показатели ТМТ, кг, АКМ, % имеют одинаковые значения с группой контроля, АКМ, кг ниже, показатель СММ, кг выше (различия недостоверны), и показатель СММ, % от ТМТ достоверно выше. В возрасте 17 лет у гимнасток

показатели ТМТ, кг, СММ, кг выше, АКМ, кг и АКМ, % ниже (различия недостоверны), и СММ, % от ТМТ достоверно выше.

На основании полученных нами данных было показано, что в группе гимнасток отмечается недостоверное отставание по длине тела в возрастных группах от 7 до 13 лет и превышение по длине тела в группах от 15 до 17 лет по сравнению с девочками контрольной группы. При этом гимнастки имеют меньшие значения показателей массы тела и индекса массы тела по сравнению с контрольной группой. По составу тела гимнастки отличаются от представительниц группы контроля достоверно меньшими значениями жировой массы тела, что говорит об особенностях морфологических параметров художественных гимнасток.

Полученные нами данные об основных антропометрических показателях, параметрах состава тела и об отличительных особенностях гимнасток от представительниц группы контроля могут служить ориентировочными критериями для оценки физического развития гимнасток с целью обеспечения здоровьесбережения детей и подростков, профессионально занимающихся художественной гимнастикой.

## Литература

1. Специфика физической подготовленности начинающих спортсменок тонкокостных вариантов телосложения в художественной гимнастике / И. Ю. Горская [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2018. — № 2. — С. 102.
2. *Мартиросов, Э. Г.* Технологии и методы определения состава тела человека / Э. Г. Мартиросов, Д. В. Николаев, С. Г. Руднев. — М. : Наука, 2006. — С. 53.
3. *Соловьева, И. О.* Влияние интенсивных физических нагрузок на репродуктивную систему девочек, занимающихся художественной гимнастикой / И. О. Соловьева, Н. Н. Венгерова, Д. А. Нианури // Вестн. С.-Петерб. ун-та. Медицина. — 2009. — № 3. — С. 190–196.
4. *Тутельян, В. А.* Использование метода комплексной антропометрии в спортивной и клинической практике : метод. рекомендации / В. А. Тутельян, Д. Б. Никитюк, Е. А. Бурляева. — М. : Спорт, 2018. — 64 с.

Поступила 30.10.2020

## ФАКТОРЫ РИСКА ФОРМИРОВАНИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ У УЧАЩИХСЯ СРЕДНИХ ПРОФЕССИОНАЛЬНЫХ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЙ ПО СПЕЦИАЛЬНОСТИ «ШВЕЯ»

*Жиров К. С., [Hupenger@yandex.ru](mailto:Hupenger@yandex.ru)*

Саратовский медицинский научный центр гигиены Федерального бюджетного учреждения науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Саратов, Россия

Наличие факторов риска развития заболеваний сердечно-сосудистой системы в подростковом возрасте может привести к развитию патологий сердечно-сосудистой системы (1). Вредные факторы, такие как курение, лишний вес и т. д., увеличивают нагрузку на сердечно-сосудистую систему, повышая риск формирования патологических состояний. У подростков просматривается негативная тенденция в области лишнего веса и ожирения (2). Также избыток жировой массы тела может стать причиной развития синдрома обструктивного апноэ сна, диабета 2 типа, заболеваний желудочно-кишечного тракта и опорно-двигательного аппарата, дислипидемии и метаболического синдрома (3). Ранее было проведено обследование группы учащихся, обучающихся по специальности «страховое дело», у которых была обнаружена предрасположенность к развитию метаболического нездоровья и заболеваний сердечно-сосудистой системы (4).

Проведено одномоментное поперечное исследование 24 девушек, обучающихся в Саратовском колледже водного транспорта, строительства и сервиса по специальности «швея». Проведены антропометрическое исследование (рост, вес, индекс массы тела, соотношение обхватов талии и бедер),

исследование структуры массы тела (уровень жировой массы тела, уровень безжировой массы тела, уровень активной клеточной массы) и исследование состояния сердечно-сосудистой системы (артериальное давление, частота сердечных сокращений). Структура массы тела была изучена с использованием компьютерного реографического комплекса «Диамант». Состояние сердечно-сосудистой системы исследовалось с использованием компьютерной системы скрининга сердца «Кардиовизор-06с».

Данные биоимпедансометрии показали, что 13,8% обследованных девушек имели избыток жировой массы тела, у 86,2% отмечался нормальный уровень показателя, а признаков дефицита не выявлено ни у одной из обследованных. Средний процент жировой массы тела составил 27,5%. При этом было установлено, что у 89,65% имеется дефицит активной клеточной массы, что является косвенным показателем пониженного уровня физической активности и неспособности организма сжигать калории в нужном количестве. Впоследствии это может привести к повышению уровня жировой массы тела в телах учащихся. При оценке соотношения обхватов талии и бедер выяснилось, что только у 4% девушек значение данного показателя превышает 0,85 и может быть расценено как признак ожирения. Индекс массы тела, соответствующий наличию лишнего веса, был обнаружен у 22% девушек. При этом у 8,5% обследованных его значение соответствует критериям ожирения. Расхождение данных, полученных при анализе антропометрических показателей, и данных, полученных при изучении уровня жировой массы тела в организме, говорит о наличии скрытого ожирения, то есть избытка массы тела, который не может быть диагностирован общедоступными методами. Данное явление также говорит о наличии риска для состояния здоровья учащихся, так как гиподиагностика ожирения может стать причиной отсутствия заблаговременно принятых превентивных мер.

Таблица 1. — Распределение обследованных по показателям структуры массы тела

Показатель	Дефицит	Норма	Избыток
Индекс массы тела, %	16,6	61,4	22
Соотношение обхватов талии и бедер, %	–	96	4
Абсолютное значение жировой массы тела, %	0	86,2	13,8
Относительные показатели жировой массы тела, %	0	96,5	3,45
Безжировая масса тела, %	10,34	79,32	10,34
Абсолютные показатели активной клеточной массы тела, %	0	58,63	41,37
Относительные показатели активной клеточной массы тела, %	89,65	10,35	0

При исследовании показателей функционирования сердечно-сосудистой системы среди учащихся было установлено, что такие показатели, как артериальное давление и пульс, не показывали признаков повышенной нагрузки на сердечно-сосудистую систему. Однако при оценке типа саморегуляции кровообращения было установлено, что у 34% девушек имелся сосудистый тип саморегуляции кровообращения, что косвенно свидетельствовало о повышенной нагрузке на сердечно-сосудистую систему. Также при определении типа гемодинамики было выявлено, что 55% обследованных имеют гиперкинетический тип гемодинамики, характеризующийся пониженным адаптационным потенциалом сердечно-сосудистой системы. В то же время только двое из опрошенных дали отрицательный ответ на вопрос о курении. В дальнейшем планируется сопоставление данной группы с обучающимися по другим профилям профессионального образования.

Таким образом, наблюдается наличие повышенного уровня жировой массы тела у большинства обучающихся по специальности «швея», сочетанное с факторами, затрудняющими диагностику ожирения. Имеется дефицит активной клеточной массы, способной привести к росту уровня ожирения в будущем. При этом отмечают косвенные показатели повышенной нагрузки на сердечно-сосудистую систему, свидетельствующие о том, что впоследствии у обследованных девушек могут развиваться заболевания сердечно-сосудистой системы.

*Выводы:*

1. Среди учащихся, обучающихся по специальности «швея», был выявлен ряд факторов риска формирования заболеваний сердечно-сосудистой системы.
2. Несмотря на отсутствие прямых признаков повышенной нагрузки на сердечно-сосудистую систему, таких как повышенные артериальное давление и частота сердечных сокращений, были

обнаружены косвенные признаки, высокий процент учащихся с сосудистым типом саморегуляции кровообращения и высокий процент учащихся с гиперэргическим типом гемодинамики.

3. Выявленные факторы риска, такие, как избыток жировой массы тела и курение, могут способствовать формированию патологии сердечно-сосудистой системы.

## Литература

1. Руководство по применению автоматизированных технологий скрининг диагностики нарушений здоровья детей в образовательных учреждениях / под ред. А.А. Баранова и В.Р. Кучмы. — М.; СПб. : РОШУМЗ, 2010. — 77 с.

2. Распространенность ожирения и избыточной массы тела среди детского населения РФ: мультицентровое исследование / В.Л. Тутельян [и др.] // Педиатрия. Журн. им. А.Н. Сперанского. — 2014. — Т. 93, № 5. — С. 28–31.

3. Рычкова, Л.В. Ожирение и ассоциированные с ним факторы риска у подростков, проживающих в сельских районах Республики Бурятия / Л.В. Рычкова, Ж.Г. Аюрова, А.В. Погодина // Ожирение и метаболизм. — 2018. — Т. 15, № 3. — С. 42–48.

4. Жиров, К.С. Факторы риска формирования заболеваний сердечно-сосудистой системы у учащихся средних профессиональных образовательных организаций по специальности «страховое дело» / К.С. Жиров, А.Д. Трубецков // Гигиена, экология и риски здоровью в современных условиях : материалы X межрегион. науч.-практ. конф. с междунар. участием. — Саратов : Амирит, 2020. — С. 82–83.

Поступила 07.11.2020

## ИЗУЧЕНИЕ ОСОБЕННОСТЕЙ ЗРИТЕЛЬНЫХ ФУНКЦИЙ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ УЧЕБНОЙ НАГРУЗКИ

*Новикова И.И., д. м. н., профессор, novik\_ir70@rambler.ru,*

*Кузьменко М.А., к. м. н., kuzmenko\_ma@niig.su,*

*Зубцовская Н.А., zubtsovskaya\_na@niig.su*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия

Стремительный технологический прогресс определил цифровые технологии как неотъемлемую часть жизни, досуга и образования детского населения [1]. Использование в системе образования информационно-компьютерных технологий на фоне ряда сильных преимуществ над классическими средствами организации учебного процесса позволило создавать единую образовательную среду с возможностью для инклюзивного образования [2, 3].

Однако при научном подходе к изучению процессов широкомасштабной цифровизации образовательных организаций отечественные и зарубежные авторы отмечают, что нерациональное использование информационно-компьютерных технологий формирует ряд факторов риска, которые проявляются в интенсификации интеллектуальной деятельности ребенка [4], увеличении статической и зрительной нагрузки.

При чтении текста с экрана возрастает количество движений глаз, повышается активность центральной и вегетативной нервной системы, что отражается на функциональном состоянии органа зрения [1, 5]. Напряженная зрительная работа, по мнению Э.С. Аветисова (2002), лежит в основе происхождения «школьной» близорукости, ведущую роль в этом процессе играет ослабленная аккомодационная способность глаза. Близорукость возникает только при определенных условиях зрительной работы, если к индивидуальным возможностям аккомодационного аппарата предъявляются непосильные требования. Именно поэтому глаз, предрасположенный к миопии, при умеренной зрительной нагрузке может оставаться гиперметропическим или эметропическим и стать позднее миопическим при выполнении работы, требующей чрезмерного напряжения зрения. Оптическая нагрузка при эметропии переносится удовлетворительно. У лиц с миопией она приводит к резкому

ухудшению работоспособности цилиарной мышцы. По данным Е. В. Лавровой, О. Е. Поляковой (2019), при близорукости резко, почти в 2 раза, уменьшается резерв аккомодации.

В 2019 г. в рамках мониторинга эффективности ограничений на использование учащимися мобильных телефонов в период нахождения в школе, проводимого ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены», было осуществлено исследование зрительных функций учащихся двух общеобразовательных организаций г. Новосибирска — гимназии и лицея.

*Целью* данного исследования явились оценка состояния зрительных функций учащихся общеобразовательных организаций в условиях повышенной зрительной и учебной нагрузки и определение путей оптимизации медицинского и гигиенического сопровождения за время школьного обучения.

*Объект исследования:* учащиеся 6-х, 7-х, 8-х и 10-х классов. В каждой образовательной организации для углубленного исследования зрительных функций были сформированы 3 группы: 1-я группа — учащиеся с нормальным зрением ( $n=52$ ), 2-я группа — учащиеся с незначительным снижением зрения ( $n=52$ ), оптической коррекцией не пользуются, 3-я группа — учащиеся со снижением зрения ( $n=52$ ), оптической коррекцией пользуются. Критерием исключения были учащиеся, пользующиеся контактной коррекцией и ортокератологическими линзами. В течение одного учебного дня 3-кратно измерялась рефракция: на 1 уроке, на 3–4 уроке и в конце учебного дня, однократно исследовался резерв относительной аккомодации.

*Методы исследования:* офтальмологические, статистические.

В экспериментальной части исследования проводилась визометрия по таблицам Головина — Сивцева, определялся резерв относительной аккомодации по общепринятой методике, бинокулярно, при чтении текста № 4 (из таблицы Сивцева для проверки зрения вблизи) на расстоянии 33 см с помощью оптических стекол от  $-0,5$  до  $-5,0$  диоптрий, автоматическая рефрактометрия. Статистическая обработка осуществлялась с использованием методов универсальных пакетов прикладных программ Excel, Statistica V 10.

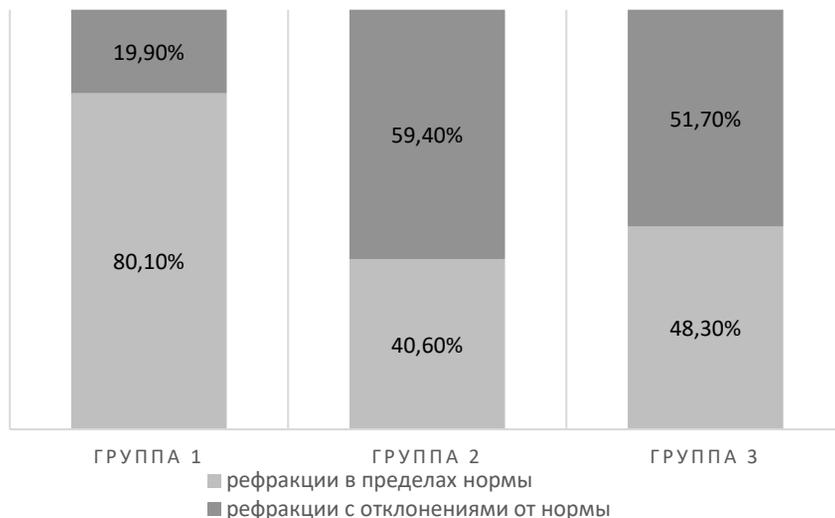
Кроме воздействия современной цифровой среды на органы зрения учащихся выбранных школ необходимо учитывать и воздействие повышенной учебной нагрузки. Ежедневно в расписании у обучающихся стояло по 7 уроков, занятия проводились и в субботу. Только в одной из школ были введены ограничения на использование мобильных устройств связи, в своем большинстве учащиеся активно пользовались смартфонами во время перемен, интерактивная доска использовалась ежедневно не менее чем на трех уроках. Во время уроков с учащимися не проводилась гимнастика для глаз.

При проверке остроты зрения было установлено: сниженное зрение обнаружено у 52,4% учащихся ( $n=182$ ), причем в консультации офтальмолога нуждаются ( $n=99$ ) 54,3%. Обеспеченность адекватными средствами оптической коррекции у обучающихся (45,6%) вызывает обеспокоенность, известно, что недокоррекция создает дополнительную нагрузку на аккомодационный аппарат и усиливает прогрессирование близорукости. Для оценки степени функциональной нагрузки на орган зрения в течение учебного дня исследовалась рефракция и резерв относительной аккомодации. Измерение манифестной рефракции в течение учебного дня оказалось наиболее чувствительным параметром зрительного напряжения в различных условиях визуальной нагрузки.

Сравнительный анализ измерений рефракции у учащихся ( $n=312$ ) по группам наблюдения показал, что лучше всего со зрительной нагрузкой справлялись учащиеся 1-й группы с нормальной остротой зрения, патологические отклонения показателей манифестной рефракции составили  $n=62$  (19,9%). Группа наблюдения № 2 с незначительным снижением остроты зрения оказалась наиболее показательной: патологических отклонений рефракции обнаружено  $n=182$  (59,4%) ( $p \leq 0,05$ ). Анализ динамики манифестной рефракции во 2 группе в течение учебного дня показал усиление миопической рефракции у 2,3% учащихся на 0,54 диоптрии.

Группа наблюдения № 3 характеризуется тем, что в нее отобраны учащиеся с установленным диагнозом «близорукость» в течение 2 и более лет, пользующиеся очковой коррекцией; отклонения рефракции в процессе измерений считались патологическими, если они составляли 0,75 и более диоптрий от имеющейся очковой коррекции, отклонения до 0,75 диоптрии принимались за норму. Анализ результатов исследования в 3 группе наблюдения показал, что число патологических отклонений рефракции составило  $n=161$  (51,7%) (рисунок 1).

Следовательно, учащиеся с имеющейся близорукостью и с незначительными отклонениями остроты зрения практически одинаково реагировали на зрительную нагрузку, а именно усилением патологических отклонений рефракции: 51,7 и 59,4% соответственно.



**Рисунок 1. — Результаты исследований манифестной рефракции у обучающихся**

Изучение аккомодационной функции глаза, а именно резерва аккомодации, имеет прогностическое значение для оценки адаптации зрительной системы к визуальным нагрузкам и риску возникновения и прогрессирования близорукости. В 1-й группе наблюдения нормальные показатели резерва аккомодации составили 80,1%, во 2-й группе — 40,6% измерений, а в 3-й группе — 48,3% измерений. Примечательно, что в совокупности в 60% измерений сниженный резерв аккомодации сопровождался значительными (> 0,75 Д) отклонениями рефракции ( $r=0,77$ ).

*Выводы:*

1. Наибольшую устойчивость к зрительной учебной нагрузке показали учащиеся 1-й группы наблюдения с нормальной остротой зрения: в 80,1% измерений не обнаружено патологических отклонений.

2. В результате исследования выявлено, что учащиеся 2-й и 3-й группы наблюдения имеют практически идентичные изменения зрительных функций. Необходимо отметить, что учащиеся 2-й группы с функциональными нарушениями зрения, как правило, не направляются к офтальмологу вовремя, так как имеющиеся рутинные методы проверки зрения в рамках медицинских осмотров на территории общеобразовательной организации не имеют технической возможности выявить функциональные нарушения зрения.

3. Изучение аккомодационной функции в группах наблюдения показало прогностическое значение резерва относительной аккомодации для оценки степени адаптации органа зрения к визуальным нагрузкам: в 60% измерений снижение резерва аккомодации сопряжено с патологическими отклонениями рефракции ( $r=0,77$ ).

4. Адекватная оптическая коррекция играет большую роль для сдерживания прогрессирования близорукости, снимая излишнее напряжение с мышечной системы глаза, что особенно важно в условиях агрессивного воздействия визуальной среды.

## Литература

1. Бобкова, И.А. Цифровизация школы: школьная жизнь в условиях модернизации / И.А. Бобкова // Анализ и моделирование экономических и социальных процессов: Математика. Компьютер. Образование. — 2019. — Т. 26, № 7. — С. 99–107.
2. Stenman, S. Remote teaching for equal and inclusive education in rural areas? An analysis of teachers' perspectives on remote teaching / S. Stenman, F. Pettersson // The International Journal of Information and Learning Technology. — 2020. — Vol. 37, iss. 3. — P. 87–98.
3. Embedding and Sustaining Inclusive Practice to Support Disabled Students in Online and Blended Learning / V. Pearson [et al.] // Journal of Interactive Media in Education. — 2019. — Iss. 1. — P. 4.

4. Кучма, В.Р. Психофизиологическое состояние детей в условиях информатизации их жизнедеятельности и интенсификации образования / В.Р. Кучма, Е.А. Ткачук, И.Ю. Тармаева // Гигиена и санитария. — 2016. — № 12. — С. 1183–1188.

5. Кучма, В.Р. Гигиеническая оценка информатизации обучения и воспитания / В.Р. Кучма, Е.А. Ткачук // Гигиена и санитария. — 2015. — № 7. — С. 16–20.

Поступила 29.10.2020

## **СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА УСПЕВАЕМОСТИ, НАРУШЕНИЙ ЗДОРОВЬЯ И ФУНКЦИОНАЛЬНОГО СОСТОЯНИЯ ШКОЛЬНИКОВ В УСЛОВИЯХ ОГРАНИЧЕНИЙ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ УСТРОЙСТВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ**

*Новикова И.И., д.м.н., профессор, novik\_ir70@rambler.ru,*

*Гавриш С.М., gavrish\_sm@niig.su,*

*Зубцовская Н.А., zubtsovskaya\_na@niig.su,*

*Ивлева Г.П., к.м.н., ivlevagp@niig.su,*

*Сорокина А.В., к.м.н., sorokina\_av@niig.su*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия

Мобильные телефоны прочно вошли в обыденную жизнь взрослых и детей [1]. Количество пользователей мобильными телефонами, равно как и время ежедневного использования, с каждым годом увеличивается в геометрической прогрессии. Несомненно, широкое использование мобильных телефонов определяется формированием мобильности, чувства автономии, расширением коммуникационных возможностей [1–3].

Вместе с тем многочисленные результаты гигиенических исследований отечественных и зарубежных авторов свидетельствуют о выраженных неблагоприятных эффектах воздействия мобильных телефонов на здоровье ребенка при чрезмерном их ежедневном использовании для учебы и досуга [2–5]. Негативные воздействия проявляются в формировании неустойчивого психотипа, нарушениях сна, патологии органов зрения, резких и частых изменениях настроения, депрессивных состояниях при временном отсутствии доступа к интернет-сервисам, развитии номофобии [1–3], а также негативном влиянии на формирование когнитивных функций ребенка (память и внимание) [4, 5].

На сегодняшний день методические и практические аспекты оценки рисков здоровью ребенка, связанных с цифровым форматом обучения, цифровизацией мышления и досуга современных детей, выработки здоровых стереотипов использования устройств мобильной связи приобретают особую актуальность.

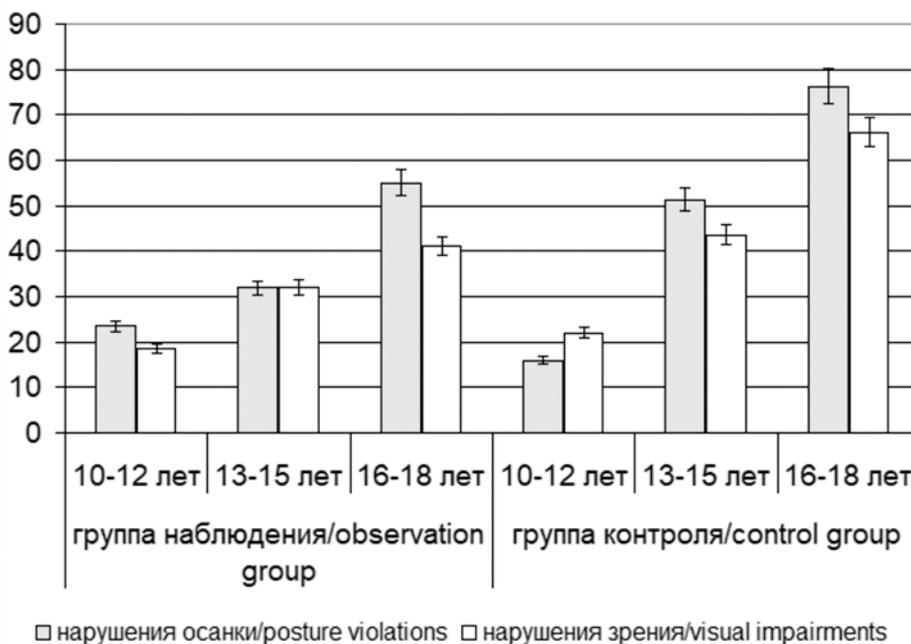
С целью оценки эффективности рекомендаций по ограничению использования школьниками личных устройств мобильной связи в общеобразовательной организации, разработанных Роспотребнадзором и введенных Министерством просвещения Российской Федерации в 2019/2020 учебном году на территории Российской Федерации, была проведена экспериментальная работа. В качестве критериев оценки использованы показатели успеваемости школьников, посещаемости занятий, распространенности нарушений осанки и зрения, изменений процессов торможения и возбуждения нервной системы в течение учебного дня.

В качестве объекта исследования были взяты школьники возрастной группы 10–18 лет (n = 607), сгруппированные по подгруппам: «10–12 лет» (n = 254), «13–15 лет» (n = 256), «16–18 лет» (n = 174). Для проведения сравнительной оценки изучаемых показателей были сформированы две группы: «группа наблюдения» — обучающиеся, не использующие на переменах в общеобразовательной организации личные устройства мобильной связи (n = 327), и «группа контроля» — обучающиеся, использующие в общеобразовательной организации личные устройства мобильной связи (n = 280).

Для сравнительной оценки показателей успеваемости и посещаемости занятий школьниками «группы наблюдения» и «группы контроля» использовались данные классных журналов; для оценки

распространенности нарушений осанки и зрения анализировались данные учетной формы 026/у-2000, а также результаты медицинских осмотров, проведенных собственными силами; уравновешенность нервных процессов оценивалась у детей трехкратно в начале учебного дня, в середине учебного дня и на момент завершения занятий с помощью теста «реакция на движущийся объект».

В ходе исследования было установлено, что распространенность нарушений осанки и зрения у детей «группы наблюдения» была статистически значимо ниже, чем в «группе контроля», по всем изучаемым возрастным подгруппам ( $p \leq 0,05$ ) (рисунок 1).



**Рисунок 1. — Распространенность нарушений осанки и зрения (на 100 осмотренных)**

Показатели распространенности нарушений осанки и зрения у детей при переходе от одной возрастной группы к другой статистически значимо увеличивались ( $p \leq 0,05$ ) (рисунок 1). При этом данные показатели при сравнении их по возрастной подгруппе «10–12» до «16–18» лет в «группе наблюдения» по зрению возросли в 2,3 раза, по осанке — 2,2 раза; в «группе контроля» по зрению в 4,7 раза, по осанке — 3,0 раза. С помощью функции экспоненты безразмерные показатели распространенности нарушений осанки и зрения были переведены в размерный интервал от 0 до 1, что позволило оценить степень увеличения риска нарушений осанки у школьников за период обучения в школе, обусловленного фактором использования (или неиспользования) устройств мобильной связи во время перемены. Риски в «группе контроля» по нарушениям осанки были на 55,1% выше по сравнению с «группой наблюдения»; по нарушениям зрения — на 36,9%, что в итоге определило высокие риски формирования нарушений осанки и зрения у школьников «группы контроля» к окончанию школы, риски, обусловленные использованием мобильных устройств связи школьниками во время перемен.

При оценке посещаемости школьниками учебных занятий в исследуемых группах было установлено, что в целом за первое полугодие 2019/2020 учебного года в «группе наблюдения» количество пропущенных занятий было в 1,2 раза ниже, чем в «группе контроля». Анализ успеваемости показал, что в «группе наблюдения» положительных оценок, полученных обучающимися, было в 1,2 раза больше, чем в «группе контроля», а отрицательных — в 1,3 раза меньше. Средний балл у школьников по «группе наблюдения» составлял 4,5 против 4,1 по «группе контроля». Оценка соотношения положительных оценок к отрицательным показала, что по «группе наблюдения» и «группе контроля» преобладали положительные оценки, но соотношения между ними внутри групп существенно различались. Так, в «группе наблюдения» соотношение отрицательных и положительных оценок составило 1/27, в «группе контроля» — 1/16,3.

Оценка показателей уравновешенности нервных процессов у школьников статистически значимых различий в показателях по сравниваемым группам детей в течение стандартного учебного

дня не выявила ( $p \geq 0,05$ ). Удельный вес детей с уравновешенными нервными процессами составлял 32,6–39,4%; детей с преобладанием процессов торможения — 4,7–9,9%; детей с преобладанием процессов возбуждения — 1,7–4,9%.

Таким образом, в ходе сравнительной оценки показателей успеваемости, нарушений здоровья и функционального состояния школьников в условиях введенных ограничений на использование устройств мобильной связи выявлена эффективность данных мероприятий, определивших снижение рисков формирования нарушений осанки за период обучения в школе на 55,1%, зрения — на 36,9%, а также улучшение суммарного показателя.

## Литература

1. Прохорова, А.И. Влияние мобильного телефона на здоровье человека / А.И. Прохорова // Инновационная наука. — 2018. — № 1. — С. 16–18.
2. Kardaras, N. It's 'digital heroin': How screens turn kids into psychotic junkies [Electronic resource] / N. Kardaras. — Mode of access: <https://nypost.com/2016/08/27/its-digital-heroin-how-screens-turn-kids-into-psychotic-junkies>. — Date of access: 10.11.2020.
3. Крупник, И.В. Влияние свойств внимания на успеваемость младших школьников / И.В. Крупник // Концепт. — 2015. — № S1. — С. 171–175.
4. Brain Drain: The Mere Presence of One's Own Smartphone Reduces Available Cognitive Capacity / A.F. Ward [et al.] // Journal of the Association for Consumer Research. — 2017. — Vol. 2, iss. 2. — P. 140–154.
5. Курганский, А.М. Параметры пользования мобильным телефоном и здоровье детей / А.М. Курганский // Актуальные вопросы организации контроля и надзора за физическими факторами: материалы Всерос. науч.-практ. конф. (Москва, 25–26 мая 2017 г.). — М.: Дашков и К°, 2017. — С. 206–209.

Поступила 20.11.2020

## НАРУШЕНИЯ ЗДОРОВЬЯ И ФИЗИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ УЧАЩИХСЯ В ШКОЛЬНОМ ОНТОГЕНЕЗЕ: РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ И ТЕЧЕНИЕ ПАТОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

*Рапопорт И.К., д. м. н., профессор, ikrapoport@yandex.ru*

Научно-исследовательский институт гигиены и охраны здоровья детей и подростков Федерального государственного автономного учреждения «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Проблемы сохранения и улучшения здоровья учащихся становятся все более актуальными, так как на протяжении трех последних десятилетий распространенность школьно-обусловленных функциональных отклонений и хронических заболеваний среди подрастающего поколения России увеличивается, что подтверждается данными официальной статистики, результатами профилактических осмотров и научных исследований [1–3]. Школьно-обусловленные нарушения здоровья — это группа предболезненных (функциональных) нарушений и хронических заболеваний, полиэтиологичных по своей природе, наиболее распространенных среди учащихся общеобразовательных организаций и имеющих тенденцию к возрастанию частоты встречаемости от младших классов к старшим. Школьно-обусловленные нарушения здоровья приводят к социальным последствиям — снижению трудоспособности молодежи, ограничениям к службе в армии и в выборе профессий, ухудшению качества жизни. Причины возникновения и развития указанных нарушений здоровья требуют масштабных всесторонних лонгитудинальных исследований. Поэтому в настоящее время актуальны исследования, направленные на изучение динамики количественных показателей заболеваемости школьников, а также на оценку особенностей течения функциональных отклонений и хронических заболеваний в различные периоды школьного онтогенеза.

Целью исследования являлось изучение динамики показателей заболеваемости московских школьников и выявление особенностей течения патологических процессов при школьно-обусловленных нарушениях здоровья на протяжении всего одиннадцатилетнего периода обучения в общеобразовательных организациях.

*Материалы и методы.* На протяжении 11 лет (2005–2015 гг.) сотрудниками НИИ гигиены и охраны здоровья детей и подростков проводилось лонгитудинальное клинко-гигиеническое наблюдение за учащимися 4 московских школ, расположенных в различных административных округах столицы России. Под наблюдением врачей-специалистов с первого класса вплоть до окончания одиннадцатого находились 426 детей (216 мальчиков и 210 девочек). Перед каждым осмотром школьника было получено добровольное информированное согласие его родителей.

Обследование учащихся проводилось ежегодно в одно и то же время (в апреле) непосредственно в школах и включало: педиатрический осмотр; трехкратное измерение артериального давления; осмотр ортопедом с проведением визуально-инструментального теста и плантографии; осмотр офтальмологом с определением остроты и функциональных параметров зрения; обследование неврологом с тестированием для выявления нервно-психических нарушений; обследование оториноларингологом с использованием оториноскопии; обследование кардиологом. Всем детям осуществлялось электрокардиографическое исследование в 12 отведениях и клинический анализ электрокардиограмм, а также соматоскопические и соматометрические исследования, динамометрия правой кисти, оценка физического развития и полового созревания ребенка. Кроме того, проводилось анкетирование учащихся для выявления жалоб и образа жизни, а также анкетирование родителей для уточнения анамнеза (история заболевания до постановки диагноза) и катамнеза (история заболевания после постановки диагноза) функциональных отклонений и хронических заболеваний у школьников. В общей сложности было проведено 25 298 врачебных осмотров и проанализировано 3614 анкет.

Для оценки течения патологических процессов при школьно-обусловленных нарушениях здоровья были научно обоснованы критерии оценки («улучшение», «ухудшение», «без динамики») при функциональных отклонениях и хронических заболеваниях, относящихся к различным классам (по МКБ-10), в том числе при функциональных нарушениях и хронической патологии органов пищеварения и дыхания (ротоносоглотки и бронхолегочной системы отдельно), нервной системы и психических расстройствах, нарушениях костно-мышечной системы и зрения, функциональных отклонениях сердечно-сосудистой системы, нарушениях в физическом развитии. Критерии опубликованы в методических рекомендациях [4].

Для обработки результатов использовались общепринятые статистические методы.

Результаты исследования свидетельствуют о том, что здоровье московских школьников прогрессивно ухудшается в процессе школьного онтогенеза: возрастает распространенность функциональных отклонений и хронических заболеваний. Так, анализ распределения детей на группы здоровья показал, что если в 1-м классе к I группе здоровья, т. е. к абсолютно здоровым, было отнесено 4,3 % наблюдаемых школьников, то к концу школы таких учащихся не было вовсе. За этот же период произошло уменьшение наполняемости II группы здоровья, в которую входят учащиеся, имеющие только функциональные отклонения, с 44,4 до 34,0 % ( $p < 0,05$ ). Одновременно увеличилось число детей, страдающих хроническими заболеваниями в стадии компенсации и отнесенных к III группе здоровья (с 51,3 до 61,4 %;  $p < 0,05$ ), и с IV группой здоровья, т. е. с хроническими заболеваниями в стадии субкомпенсации (с 0 до 4,6 %).

За одиннадцатилетний период среди наблюдаемых школьников распространенность функциональных отклонений возросла на 14,7 % (с 3283 до 3765 ‰), а хронических заболеваний — на 52,8 % (с 813 до 1242 ‰).

В структуре функциональных отклонений, наиболее распространенных среди учащихся, пять первых ранговых мест принадлежат функциональным нарушениям сердечно-сосудистой и костно-мышечной систем, а также нарушениям органов дыхания (ротоносоглотки), нервной системы и психической сферы (вместе), расстройствам зрения. В старших классах наблюдается увеличение доли нервно-психических нарушений: вегетативно-сосудистых и невротических расстройств преимущественно астенического типа. В структуре хронических заболеваний возрастает удельный вес болезней желудочно-кишечного тракта (с 21 до 22,6 %), костно-мышечной системы (с 21 до 24,7 %), глаза и его придаточного аппарата (с 11 до 13,7 %).

В целом изменение показателей заболеваемости учащихся в динамике обучения в школе не носит линейный характер, а отмечаются периоды некоторого снижения распространенности функциональных отклонений и хронических заболеваний и периоды быстрого увеличения. Наиболее благоприятные тенденции, выражающиеся в снижении показателей хронической заболеваемости, выявлены в период обучения школьников с 4-го по 6-й класс. Значительный рост частоты хронических заболеваний отмечен в группе мальчиков (на 63,0 %) начиная с 7-го до 10-го класса включительно (с 773 ‰ до 1260 ‰); в группе девочек (на 82,7 %) — с 8-го до 11-го класса (с 694 ‰ до 1268 ‰).

В то же время по отдельным классам болезней (по МКБ-10) изменения распространенности школьно-обусловленных функциональных отклонений и хронических заболеваний от младших классов к старшим в одних случаях носят линейный однонаправленный характер (например, рост частоты встречаемости миопии легкой, средней и высокой степеней), в других — линейный разнонаправленный характер (например, распространенность функциональных отклонений системы пищеварения снижается, а хронических заболеваний — возрастает); в большинстве случаев динамика распространенности носит фазный характер (с фазой в 2–5 лет и статистически достоверными межфазными различиями средних показателей).

С 8-го по 11-й класс среди школьников обоего пола (вместе) растет распространенность хронических заболеваний органов пищеварения (с 211 до 281‰), в том числе за счет значительного увеличения числа случаев гастродуоденита и появления 6 случаев язвенной болезни. У 34% мальчиков и 37% девочек произошла хронизация функциональных расстройств — переход расстройств предболезненного уровня в хроническую патологию, протекающую с обострениями и ремиссиями. Ухудшение состояния — частые обострения заболеваний органов пищеварения — в 8–11 классах наблюдалось у 28,0–45,5% мальчиков и 36,4–52,4% девочек. Рост заболеваемости и неблагоприятное протекание патологии могут свидетельствовать о большом психоэмоциональном напряжении учащихся в 8–9 и 10–11 классах при подготовке к экзаменам. По-видимому, в этот период на фоне дистресса происходит формирование психосоматической патологии, снижение иммунитета и развитие геликобактериальных язвенно-воспалительных процессов в слизистых желудка и 12-перстной кишки. Нарушения режима питания, характерные для школьников 14–17 лет, также способствуют неблагоприятной динамике патологических процессов.

Функциональные отклонения и хронические заболевания костно-мышечной системы (далее — КМС) занимают первое-второе ранговые места в структуре функциональных нарушений и хронической патологии школьников. В динамике школьного онтогенеза в распространенности функциональных нарушений КМС у учащихся обоего пола (вместе) можно выделить 3 периода: первый период — это 1 и 2 классы, когда частота нарушений составляла менее 700‰; второй период с 3-го по 8-й класс — период увеличения распространенности на 150–200‰; третий период — период снижения показателей до 600–650‰ в 9–11 классах. Аналогичные изменения показателей можно наблюдать как в группе мальчиков, так и в группе девочек. В динамике изменений частоты встречаемости хронических болезней КМС также прослеживаются 3 периода: первый период с 1 по 3 класс — период снижения распространенности заболеваний; второй период — 4–7 классы — период относительно невысокого уровня и стабильной частоты встречаемости болезней КМС; третий период — период резкого (вдвое) роста показателей в 8–11 классах. Аналогичные тенденции наблюдаются в группах мальчиков и девочек.

У школьников функциональные отклонения КМС в основном представлены нарушениями осанки и уплощением стоп, хронические заболевания — сколиозом и плоскостопием. Самая высокая распространенность уплощения стоп выявляется у учащихся 1–2 классов, плоскостопия — у учеников 1–4 классов, причем как уплощение стоп, так и плоскостопие чаще встречаются у мальчиков. Анализ течения патологических процессов при уплощении стоп показал, что у 95% мальчиков и 91% девочек благоприятно протекают процессы с 1-го до 4-го класса. Далее, в средних и старших классах, начинают преобладать случаи уплощения стоп с отрицательной динамикой и/или стабилизацией процесса, что свидетельствует о том, что добиться эффективности коррекционных мероприятий можно только у учащихся начальной школы.

Снижение частоты встречаемости нарушений осанки в 8–11 классах обусловлено отчасти тем, что у подростков 14–17 лет со сколиотической осанкой (функциональное отклонение) после рентгенографии в 45% случаев был установлен диагноз «сколиоз» — хроническое заболевание КМС. При этом частота сколиоза в 8 классе по сравнению с 7 классом возросла в 2,5 раза в группе мальчиков и в 4 раза — в группе девочек. Далее, в 9 и старших классах, частота встречаемости этого хронического заболевания статистически значимо увеличивалась. Кроме того, в 8–11 классах неблагоприятно протекал сколиоз у 50,0–54,6% мальчиков и у 57,1–60,0% девочек.

Выявлена трехфазность течения патологических процессов при школьно-обусловленных функциональных нарушениях и хронических заболеваниях КМС: фаза благоприятно протекающих патологических процессов с 1 по 7 класс (7–13 лет); фаза нарастания неблагоприятно протекающих процессов — 8–9 класс (14–15 лет); фаза преимущественно неблагоприятно протекающих процессов — 10–11 класс (16–17 лет).

Самого пристального внимания медицинских и педагогических работников, родителей заслуживают негативные тенденции в распространенности нарушений зрения среди школьников

в динамике обучения. Так, частота функциональных расстройств (в основном спазм аккомодации и миопия слабой степени) с 1-го по 11-й класс возрастает почти вдвое (с 219 до 406‰), а хронической патологии зрения (в основном миопии средней и высокой степеней) более чем в 13 раз — с 11 до 152‰. При этом у 70–75 % детей, страдающих миопией, зрение ухудшается на 0,5–1 диоптрию за учебный год; имеют место случаи прогрессирования миопии на 2–2,5 диоптрии за 12 месяцев. Состояние зрительного анализатора у девочек хуже, чем у мальчиков: так, в группе одиннадцатиклассниц распространенность миопии слабой степени выше по сравнению со сверстниками-мальчиками в полтора раза (488 против 316‰), а миопии средней степени — на 30 % (171 против 132‰).

Выявлены определенные половые различия в структуре хронической патологии, в структуре функциональных отклонений, а также в течении патологических процессов. Среди мальчиков по сравнению с девочками имеет место более высокая распространенность болезней органов дыхания (169,0 против 85,4‰) и костно-мышечной системы (338,0 против 280,5‰); чаще встречаются случаи избыточной массы тела (157,7 против 36,6‰), включая ожирение, а также артериальная гипертензия (143,8 против 46,6‰). Эти же нозологии протекают у мальчиков более неблагоприятно, чему девочек. У девочек выше частота нарушений зрения, преимущественно миопии (792,7 против 423,2‰), а также дефицита массы тела (170,7 против 65,8‰). В большинстве случаев близорукость прогрессирует у девочек быстрее, чем у мальчиков.

В процессе лонгитудинального наблюдения изучалось и физическое развитие школьников. К моменту завершения основного общего образования (9 класс) каждый пятый мальчик-подросток (19,3 %) имел дефицит массы тела, а каждый восьмой (12,2 %) — избыток массы тела, включая ожирение. Среди девочек-подростков численность учениц с дефицитом массы тела была аналогична этому показателю у мальчиков (20,3 %), а избыток массы тела встречался у каждой десятой школьницы (9,8 %). В динамике обучения подростков в 10–11 классах в обеих половых группах уменьшается количество школьников с дисгармоничным физическим развитием (с 30,5 % до 24,5 %). К завершению школьного обучения 7,8 % юношей имеют дефицит массы тела и вдвое большее количество (15,7 %) — избыток массы тела, причем частота встречаемости ожирения I–II ст. среди юношей выше, чем среди девушек (71,2 против 46,8‰). Распространенность дефицита массы тела у старшеклассниц остается на прежнем уровне (17–20 %), частота встречаемости избыточной массы тела снижается у девушек в 11 классе до 3,7 %.

Наиболее высокие уровни функциональных нарушений и хронических нервно-психических расстройств, хронических заболеваний системы пищеварения и КМС, функциональных отклонений и болезней органа зрения, а также неблагоприятное течение патологических процессов отмечаются у учащихся 8–11 классов. В период роста, физического и психического развития, завершения полового созревания организм подростка высоко чувствителен к действию стресс-факторов: чрезмерной учебной нагрузке, авторитарному стилю преподавания, неблагоприятным семейным ситуациям, эмоциональному перенапряжению при подготовке и сдаче экзаменов, нарушениям режима дня, недосыпанию, недостатку макро- и микронутриентов в питании, низкой двигательной активности и постоянной «сидячей позе», а также к воздействию алкоголя и табакокурения. В этот же период увеличивается длительность использования электронных гаджетов, формируется компьютерная и интернет-зависимость, приводящая к развитию компьютерного зрительного синдрома, невротическим и поведенческим расстройствам.

*Обсуждение результатов.* Сложное взаимодействие биологических, психолого-педагогических, социальных, экономических и экологических факторов, условий жизнедеятельности и образа жизни формирует здоровье детей и подростков [1–3]. В 2020 г. к негативным факторам добавилось и воздействие инфекционного агента — вируса SARS-CoV-2, который вызывает заболевание COVID-19, а сама пандемия создает стрессогенную ситуацию, необходимость дистанционного обучения школьников, что также неблагоприятно сказалось на их здоровье [5]. Возрастно-половые особенности растущего организма делают влияние неблагоприятных факторов на организм ребенка еще более выраженным.

Определены наиболее неблагоприятные периоды школьного онтогенеза, в которые формируются школьно-обусловленные нарушения здоровья. К таким периодам можно отнести этап обучения в начальных классах, когда при неблагоприятном течении адаптации к систематическому обучению у детей развиваются невротические и астенические реакции пограничного уровня. Период подготовки к экзаменам, длящийся практически с 8 по 11 класс, характеризуется резким ростом и неблагоприятным течением психических расстройств, преимущественно невротического круга. В этот же период (8–11 классы) возрастает частота

встречаемости у школьников хронических болезней системы пищеварения и неблагоприятного течения патологий как результат психосоматического воздействия хронического стресса. В то же время увеличение распространенности и неблагоприятное течение миопии наблюдаются на всем протяжении обучения детей в школе. Определение неблагоприятных возрастных периодов в развитии школьно-обусловленных нарушений здоровья позволило рекомендовать Минздраву России изменение сроков и объемов обследований при массовых профилактических осмотрах детского населения, а также разработку практических рекомендаций, направленных на профилактику наиболее часто встречающихся функциональных отклонений и хронических заболеваний.

*Выводы.* При изучении распространенности и особенностей течения функциональных отклонений и хронических заболеваний, выявленных при лонгитудинальных наблюдениях у учащихся в процессе школьного онтогенеза, констатированы сложные тенденции, зависящие от этиологии и патогенеза нарушений, пола, возраста и интенсивности обучения в школе.

Выявлены возрастные периоды, в которые происходит быстрое формирование и неблагоприятно протекают наиболее часто встречающиеся школьно-обусловленные функциональные отклонения и хронические заболевания.

Обоснованы мероприятия по предупреждению формирования нарушений здоровья школьников и рекомендации по внесению изменений и дополнений в приказ Минздрава России о профилактических медицинских осмотрах несовершеннолетних.

## Литература

1. Результаты профилактических медицинских осмотров несовершеннолетних в Российской Федерации / А.А. Баранов [и др.] // Рос. педиатр. журн. — 2016. — Т. 19, № 5. — С. 287–293.
2. Популяционное здоровье детского населения, риски здоровью и санитарно-эпидемиологическое благополучие обучающихся: проблемы, пути решения, технологии деятельности / В.Р. Кучма [и др.] // Гигиена и санитария. — 2017. — Т. 96, № 10. — С. 990–995.
3. Состояние здоровья детей современной России / А.А. Баранов [и др.]. — 2-е изд., доп. — М. : ПедиатрЪ, 2020. — 116 с. — (Сер. 21. Социальная педиатрия).
4. Дифференцированный подход к оценке динамики показателей состояния здоровья подростков по результатам профилактических медицинских осмотров (методические рекомендации) / И.К. Рапопорт [и др.] // Гигиена детей и подростков : сб. нормативно-метод. док. / под ред. В.Р. Кучмы. — М. : Изд-во Науч. центра здоровья детей РАМН, 2013. — С. 93–110.
5. Особенности жизнедеятельности и самочувствия детей и подростков, дистанционно обучающихся во время эпидемии новой коронавирусной инфекции (COVID-19) / В.Р. Кучма [и др.] // Вопр. школьной и университетской медицины и здоровья. — 2020. — № 2. — С. 4–23.

Поступила 27.10.2020

## ВЛИЯНИЕ СОЦИАЛЬНЫХ ДЕТЕРМИНАНТ НА СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

*Рахматуллина Л.Р., lilianarahmatullina@yandex.ru,*

*Валеев Т.К., к. б. н., valeevtk2011@mail.ru,*

*Сулейманов Р.А., д. м. н., rafs52@mail.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

Согласно Всемирной организации здравоохранения под социальными детерминантами здоровья понимают условия, в которых человек находится в течение всей жизни [5]. Данные условия зависят не только от каждого индивида, но и от государства, в котором он проживает.

На состояние здоровья влияют такие социальные факторы, как демографическая и медицинская обстановка, материальное положение, социальные взаимоотношения, духовный и культурный уровень и т. д. [1, 4, 5].

*Цель исследования:* установление приоритетных социально-экономических показателей (далее — СЭП), оказывающих значимое влияние на состояние здоровья детского населения Республики Башкортостан (далее — РБ).

Проанализированы материалы общей и первичной заболеваемости и численности детского населения до 14 лет за период 2009–2018 гг. [2], показатели социально-экономического состояния территории РБ по блоку СЭП за период 2014–2018 гг. [3] Для проверки соответствия выборки закону нормального распределения использовался критерий Колмогорова — Смирнова. Статистически значимыми считали при  $p < 0,05$ . Качественная оценка полученных коэффициентов корреляции дана с учетом шкалы Чеддока. Математическая обработка проведена в программе IBM SPSS Statistics 17.0.

Для анализа социально-экономического развития РБ использовали РИА рейтинг. Данное агентство специализируется на ранжировании субъектов РФ по показателям: бюджетной и социальной сферы, эффективности и масштаба экономики.

Согласно рейтингам социально-экономического положения регионов РБ в 2014 и 2015 гг. занимала 10-ю, в 2016 г. — 8-ю, 2017 г. — 9-ю, 2018 г. — 11-ю ранговую позицию среди субъектов РФ. Среди регионов Приволжского федерального округа РБ на 2-м месте после Республики Татарстан.

Результаты корреляционно-регрессионного анализа приведены в таблицах 1 и 2. Так, в центральной, южной, северо-западной и уральской зоне наблюдается попарное коррелирование СЭП как с общей, так и с первичной заболеваемостью. Данные экономические зоны наиболее оптимальны для проживания детей в связи с низкими показателями заболеваемости и с высокими СЭП.

Показатель расходов на образование имеет прямую высокую связь с заболеваемостью детей в северной и северо-западной зоне ( $r = 0,86-0,94$ ;  $R^2 = 0,7-0,88$ ). Процент квартир, не имеющих водопровода и канализации, характеризуется прямой высокой связью с заболеваемостью детей в центральной, западной, уральской зонах, а также в целом по РБ ( $r = 0,73-0,99$ ;  $R^2 = 0,54-0,98$ ). Показатель удельного веса жилой площади, оборудованной отоплением ( $r = -0,88-1,0$ ), показывает обратную весьма высокую связь ( $R^2 = 0,77-1$ ). Среднемесячная заработная плата в экономике ( $r = -0,71-0,88$ ) имеет обратную высокую связь ( $R^2 = 0,5-0,77$ ) во всех экономических зонах, кроме южной, что связано с развитой промышленностью. Инвестиции в основной капитал характеризуются обратной высокой связью ( $r = -0,7-0,87$ ;  $R^2 = 0,49-0,75$ ) в центральной, северной и северо-восточной зонах. Количество врачей всех специальностей имеет обратную весьма высокую и высокую связь ( $r = -0,74-0,9$ ;  $R^2 = 0,54-0,81$ ) в северной, северо-восточной, уральской зонах и по РБ, что обусловлено дефицитом специалистов на данных территориях. Показатель количества врачей поликлинических медицинских учреждений показывает прямую высокую связь ( $r = 0,75-0,91$ ;  $R^2 = 0,56-0,82$ ).

Таблица 1. — Коэффициенты корреляции, связывающие заболеваемость детей с социально-экономическими показателями РБ за 2014–2018 гг.

Зона		Социально-экономические показатели									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
Центральная	1	<b>-0,83</b>	-0,58	<b>0,81</b>	<b>0,86</b>	0,4	<b>-0,88</b>	<b>-0,76</b>	0,3	0,43	<b>0,88</b>
	2	-0,72	-0,43	<b>0,9</b>	<b>0,94</b>	0,25	<b>-0,8</b>	-0,7	0,17	0,28	<b>0,91</b>
Южная	1	-0,37	-0,6	0,06	0,68	0,14	-0,61	-0,11	-0,44	-0,34	<b>0,81</b>
	2	-0,27	-0,48	0,05	0,67	0,02	-0,52	-0,2	-0,47	-0,23	<b>0,75</b>
Западная	1	-0,21	<b>-0,83</b>	0,65	0,68	0,26	<b>-0,75</b>	0,64	-0,57	-0,51	<b>0,8</b>
	2	-0,1	<b>-0,81</b>	<b>0,73</b>	<b>0,75</b>	0,25	<b>-0,71</b>	0,51	-0,53	-0,67	<b>0,88</b>
Северо-западная	1	<b>0,94</b>	0,5	-0,45	-0,47	<b>-0,99</b>	<b>-0,85</b>	-0,5	-0,3	<b>0,92</b>	-0,24
	2	<b>0,91</b>	0,68	-0,35	-0,37	<b>-1,00</b>	<b>-0,8</b>	-0,46	-0,2	<b>0,88</b>	-0,14
Северная	1	0,55	-0,2	0,41	0,34	<b>-0,91</b>	0,5	-0,25	<b>-0,8</b>	-0,3	0,18
	2	<b>0,86</b>	0,35	0,005	-0,2	<b>-0,88</b>	<b>-0,82</b>	<b>-0,8</b>	-0,42	0,12	0,34
Северо-восточная	1	-0,16	-0,4	-0,12	-0,07	0,09	-0,33	0,16	<b>0,9</b>	<b>0,87</b>	<b>0,8</b>
	2	<b>-0,78</b>	<b>-0,77</b>	0,14	0,21	0,6	<b>-0,76</b>	<b>-0,87</b>	0,4	0,52	0,46
Уральская	1	<b>-0,74</b>	<b>-0,73</b>	<b>0,86</b>	<b>0,9</b>	0,14	<b>-0,73</b>	-0,07	<b>-0,83</b>	-0,6	<b>0,86</b>
	2	<b>-0,76</b>	<b>-0,78</b>	<b>0,82</b>	<b>0,85</b>	0,2	<b>-0,78</b>	0,02	<b>-0,79</b>	-0,56	<b>0,87</b>

Зона		Социально-экономические показатели									
		I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X
По РБ	1	-0,52	<b>-0,8</b>	<b>0,94</b>	<b>0,99</b>	0,11	-0,63	0,3	<b>-0,98</b>	<b>0,84</b>	<b>0,9</b>
	2	0,15	-0,12	<b>0,73</b>	0,64	-0,35	0,1	-0,2	<b>-0,74</b>	-0,43	0,4
Примечания. 1 – первичная заболеваемость (% <sub>000</sub> ); 2 – общая заболеваемость (% <sub>000</sub> ); СЭП: I – расходы на образование (руб./чел.); II – количество жилой площади на 1 человека (м <sup>2</sup> /чел.); III – процент квартир, не имеющих водопровода (%); IV – процент квартир, не имеющих канализации (%); V – удельный вес жилой площади, оборудованной центральным отоплением (%); VI – среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике (руб.); VII – инвестиции в основной капитал на душу населения (руб.); VIII – количество врачей всех специальностей (% <sub>000</sub> ); IX – число посещений поликлинических медицинских учреждений (% <sub>000</sub> ); X – количество врачей поликлинических медицинских учреждений (% <sub>000</sub> ).											

Для получения регрессионных моделей (таблица 2) были использованы коэффициенты корреляции с наиболее высокими силами связи, а также оценены средние отклонения ( $\bar{A} < 10\%$ ). В полученных уравнениях регрессии отклонения не более 10%, следовательно, адекватность моделей принимается.

Таблица 2. – Количественные связи приоритетных СЭП и заболеваемости детей в РБ за 2014–2018 гг.

Зона	Общая заболеваемость	Первичная заболеваемость
Центральная	$y = 224\,712,66160 - 2,79937 \times x_1; \bar{A} = 1,2\%$ $y = 177\,192,66825 + 369,57384 \times x_3; \bar{A} = 0,8\%$ $y = 173\,485,83110 + 400,99579 \times x_4; \bar{A} = 0,4\%$ $y = 215\,437,88251 - 0,90830 \times x_6; \bar{A} = 1,2\%$ $y = 182\,380,04160 + 0,20686 \times x_7; \bar{A} = 1,4\%$ $y = 144\,817,69857 + 277,99321 \times x_{10}; \bar{A} = 0,7\%$	$y = 200\,321,52898 - 4,39057 \times x_1; \bar{A} = 1,7\%$ $y = 130\,432,58023 + 451,20790 \times x_3; \bar{A} = 2\%$ $y = 124\,401,20798 + 524,9548 \times x_4; \bar{A} = 1,3\%$ $y = 184\,464,35967 - 1,37675 \times x_6; \bar{A} = 1,6\%$ $y = 134\,565,45168 + 0,30827 \times x_7; \bar{A} = 2,4\%$ $y = 86\,899,8845 + 363,75284 \times x_{10}; \bar{A} = 1,5\%$
Южная	$y = 159\,414,47631 + 396,50356 \times x_{10}; \bar{A} = 2,5\%$	$y = 98\,958,50105 + 457,63702 \times x_{10}; \bar{A} = 3\%$
Западная	$y = 614\,434,71447 - 15765,52656 \times x_2; \bar{A} = 4,1\%$ $y = 162\,617,66267 + 982,93611 \times x_3; \bar{A} = 4\%$ $y = 145\,779,74494 + 1132,11016 \times x_4; \bar{A} = 3,8\%$ $y = 277\,712,04235 - 3,47826 \times x_6; \bar{A} = 5,8\%$ $y = 17\,247,49699 + 1004,79764 \times x_{10}; \bar{A} = 3,1\%$	$y = 503\,341,2517 - 13326,08778 \times x_2; \bar{A} = 4,3\%$ $y = 220\,169,00527 - 2,99889 \times x_6; \bar{A} = 5,5\%$ $y = 15\,814,88857 + 750,1435 \times x_{10}; \bar{A} = 3,7\%$
Северо-западная	$y = -132218,88885 + 30,00109 \times x_1; \bar{A} = 5,9\%$ $y = 422\,845,69321 - 2038,57817 \times x_5; \bar{A} = 0,4\%$ $y = -34225,25722 + 10,85103 \times x_6; \bar{A} = 9,2\%$ $y = -786675,83945 + 1,37274 \times x_9; \bar{A} = 7,4\%$	$y = -142538,83690 + 26,73267 \times x_1; \bar{A} = 5\%$ $y = 347\,509,74937 - 1754,50772 \times x_5; \bar{A} = 1,5\%$ $y = -63384,71240 + 9,95689 \times x_6; \bar{A} = 9\%$ $y = -735699,50917 + 1,23614 \times x_9; \bar{A} = 6,7\%$
Северная	$y = 141\,130,84656 + 3,74185 \times x_1; \bar{A} = 1,4\%$ $y = 211\,975,85530 - 304,08715 \times x_5; \bar{A} = 1,4\%$ $y = 151\,887,21078 + 2,07650 \times x_6; \bar{A} = 1,8\%$ $y = 210\,052,36814 - 0,35766 \times x_7; \bar{A} = 2\%$	$y = 159\,664,86882 - 275,39606 \times x_5; \bar{A} = 1,4\%$ $y = 459\,354,22368 - 1396,73570 \times x_8; \bar{A} = 2,1\%$
Северо-восточная	$y = 281\,880,71540 - 3,42153 \times x_1; \bar{A} = 1,6\%$ $y = 445\,051,72803 - 9225,28339 \times x_2; \bar{A} = 1,5\%$ $y = 266\,611,93764 - 1,64906 \times x_6; \bar{A} = 1,6\%$ $y = 214\,541,90665 + 0,83628 \times x_7; \bar{A} = 1,2\%$	$y = 113\,700,62941 + 194,02206 \times x_8; \bar{A} = 1\%$ $y = 122\,579,54996 + 0,05276 \times x_9; \bar{A} = 1,2\%$ $y = 110\,314,3872 + 285,3063 \times x_{10}; \bar{A} = 1,3\%$
Уральская	$y = 383\,848,50489 - 12,75832 \times x_1; \bar{A} = 8,2\%$ $y = 14\,376,36722 - 26722,49908 \times x_2; \bar{A} = 6,8\%$ $y = 17\,853,76132 + 3068,84490 \times x_3; \bar{A} = 6,5\%$ $y = 2034,57187 + 3087,62848 \times x_4; \bar{A} = 6,4\%$ $y = 331\,503,3502 - 6,06895 \times x_6; \bar{A} = 7,7\%$ $y = 757\,060,60262 - 2644,71347 \times x_8; \bar{A} = 5,8\%$ $y = -109841,15958 + 1637,96788 \times x_{10}; \bar{A} = 4,9\%$	$y = 300\,350,10270 - 10,18073 \times x_1; \bar{A} = 9,3\%$ $y = 621\,410,97472 - 20374,97691 \times x_2; \bar{A} = 7,9\%$ $y = 1467,19260 + 2632,52821 \times x_3; \bar{A} = 5,9\%$ $y = 15\,041,5590 + 2648,71521 \times x_4; \bar{A} = 5,8\%$ $y = 253\,638,7384 - 4,64356 \times x_6; \bar{A} = 8,8\%$ $y = 628\,169,76004 - 2248,16583 \times x_8; \bar{A} = 5,9\%$ $y = 98\,121,41363 + 1332,5187 \times x_{10}; \bar{A} = 5\%$

Зона	Общая заболеваемость	Первичная заболеваемость
По РБ	$y = 98\,648,15857 + 828,16987 \times x_3; \bar{A} = 3,7\%$ $y = 119\,462,22016 + 37,06133 \times x_8; \bar{A} = 4\%$	$y = 208\,352,0680 - 1673,60720 \times x_2; \bar{A} = 0,6\%$ $y = 157\,826,8169 + 203,41288 \times x_3; \bar{A} = 0,3\%$ $y = 155\,696,7084 + 211,35890 \times x_4; \bar{A} = 0,1\%$ $y = 162\,694,76210 + 9,84589 \times x_8; \bar{A} = 0,1\%$ $y = 189\,994,94300 - 0,02987 \times x_9; \bar{A} = 0,6\%$ $y = 140\,591,3547 + 138,4250 \times x_{10}; \bar{A} = 0,5\%$
<p>Примечания.</p> <p>x1 — расходы на образование (руб./чел.);  x2 — количество жилой площади на 1 человека (м<sup>2</sup>/чел.);  x3 — процент квартир, не имеющих водопровода (%);  x4 — процент квартир, не имеющих канализации (%);  x5 — удельный вес жилой площади, оборудованной центральным отоплением (%);  x6 — среднемесячная номинальная начисленная заработная плата работающих в экономике (руб.);  x7 — инвестиции в основной капитал на душу населения (руб.);  x8 — количество врачей всех специальностей (‰);  x9 — число посещений поликлинических учреждений (‰);  x10 — количество врачей поликлинических медицинских учреждений (‰);  <math>\bar{A}</math> — ошибка аппроксимации (%) <math>\bar{A} &lt; 10\%</math>.</p>		

Подводя итог, отметим, что в результате проведенного исследования получены статистически значимые связи между СЭП и показателями здоровья детского населения. Установлено, что состояние здоровья детского населения на отдельных экономических зонах зависит на 49–100 % от социальных факторов. Для каждой экономической зоны выделены приоритетные СЭП и соотнесены в три группы: 1 — особо значимые (I, III, VI, X); 2 — значимые (II, IV, VIII) и 3 — менее значимые (V, VII, IX).

### Литература

1. Влияние социально-экономических факторов и образа жизни на здоровье населения в Воронежской области / В.П. Косолапов [и др.] // Гигиена и санитария. — 2016. — Т. 95, № 5. — С. 445–449.
2. Территориальный орган Федеральной службы государственной статистики по Республике Башкортостан [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://bashstat.gks.ru/>. — Дата доступа: 14.08.2020.
3. Федеральный информационный фонд социально-гигиенического мониторинга [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://fcgie.ru/>. — Дата доступа: 14.08.2020.
4. Linking routinely collected social work, education and health data to enable monitoring of the health and health care of school-aged children in state care ('looked after children') in Scotland: a national demonstration project / D. Clark [et al.] // Public Health. — 2017. — Vol. 150. — P. 101–111.
5. WHO European review of social determinants of health and the health divide / M. Marmot [et al.] // Lancet. — 2012. — Vol. 380. — P. 1011–1129.

Поступила 03.11.2020

# ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ДИФФЕРЕНЦИРОВАННОЙ ПО ПОЛУ ОРГАНИЗАЦИИ ФИЗИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ МЛАДШИХ ШКОЛЬНИКОВ

<sup>1</sup>Храмцов П. И., д. м. н., профессор, pikhramtsov@gmail.com,

<sup>2</sup>Моргачев О. В., morgachevov@mail.ru

<sup>1</sup>Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека, г. Москва, Россия

Профилактическая эффективность физического воспитания во многом зависит от соответствия организации занятий функциональным возможностям организма детей, их физической подготовленности и состоянию их здоровья.

Принцип дифференцированного подхода является одним из основополагающих гигиенических принципов оптимизации условий и режимов обучения детей. Реализация данного принципа позволяет сохранить устойчивый уровень работоспособности, повысить эффективность образовательного процесса и минимизировать физиологические и психофизиологические затраты при выполнении образовательных нагрузок.

Результаты многочисленных исследований отечественных гигиенистов, физиологов, клиницистов, педагогов свидетельствуют об особенностях интеллектуального, психологического, физического, психофизического, когнитивного и социального развития детей в зависимости от пола [1–4].

Предполагается, что физическое воспитание в условиях дифференцированного проведения уроков с учетом пола обучающихся целесообразно начинать с самого начала систематического обучения в общеобразовательной школе.

Цель исследования — оценить влияние разных моделей дифференцированной по полу организации физического воспитания на психоэмоциональное состояние младших школьников.

Исследование проведено с участием 265 детей (124 мальчика и 141 девочка), учащихся 2–3 классов Государственного бюджетного общеобразовательного учреждения г. Москвы «Школа № 709» и Муниципального автономного общеобразовательного учреждения Городского округа Балашиха «Земская гимназия» с соблюдением этических принципов проведения научных медицинских исследований с участием человека, содержащихся в Хельсинкской декларации Всемирной медицинской ассоциации. Предварительно от родителей получено письменное информированное согласие на участие их детей в исследовании.

Критериями включения детей в исследование являлись возраст от 7 до 10 лет и отнесение к первой и второй группам здоровья.

Для достижения цели исследования оценивалось влияние двух моделей дифференцированной по полу организации физического воспитания (далее — ФВ) на психоэмоциональное состояние младших школьников в динамике учебного года в сравнении с традиционной организацией ФВ (далее — ТО).

Модель № 1 (ДО-1) характеризовалась совместным для мальчиков и девочек проведением подготовительной и заключительной частей урока физической культуры (далее — ФК) и разделением их на группы по полу на время проведения основной части урока. В исследовании приняли участие 96 детей (47 мальчиков и 49 девочек).

Модель № 2 (ДО-2) предусматривала полностью дифференцированную организацию уроков ФК отдельно для мальчиков и девочек. В исследовании приняли участие 119 детей (56 мальчиков и 63 девочки).

Психоэмоциональное состояние оценивалось по результатам «Цветового теста отношений» (тест Лутошкина) [5].

Первичные данные сведены в единую базу данных с использованием электронных таблиц Microsoft Excel, проведен статистический сравнительный анализ данных, в том числе анализ средних значений и анализ статистической группировки результатов обследования посредством сравнения

с известными научно обоснованными и утвержденными нормативными, референсными диапазонами значений и/или центильными шкалами.

Для оценки психоэмоционального состояния мальчиков и девочек при традиционной и дифференцированной по полу организации ФВ проведен сравнительный анализ результатов цветового теста в динамике учебного года (таблицы 1, 2).

Таблица 1. — Психоэмоциональное состояние мальчиков по результатам цветового теста при традиционной и дифференцированной по полу организации физического воспитания в динамике учебного года

Психоэмоциональное состояние	Период учебного года	Традиционная организация ФВ (ТО)	Дифференцированная по полу организация ФВ	
			ДО-1	ДО-2
Дискомфортное	Начало года	38,1 ± 10,6	27,7 ± 6,5	8,9 ± 3,8 <sup>1)</sup>
	Конец года	52,4 ± 10,9	42,6 ± 7,2	12,5 ± 4,4 <sup>2)</sup>
Нейтральное	Начало года	23,8 ± 9,3	19,1 ± 5,7	35,7 ± 6,4
	Конец года	38,1 ± 10,6	31,9 ± 6,8	25,0 ± 5,8
Комфортное	Начало года	38,1 ± 10,6	53,2 ± 7,3	55,4 ± 6,6
	Конец года	9,5 ± 6,4*	25,5 ± 6,4**	62,5 ± 6,5 <sup>2)</sup>

\* Достоверность различий в начале и конце года,  $p < 0,05$ ;  
 \*\* достоверность различий в начале и конце года,  $p < 0,01$ ;  
 1) достоверность различий при разной организации ФВ,  $p < 0,01$ ;  
 2) достоверность различий при разной организации ФВ,  $p < 0,001$ .

Таблица 2. — Психоэмоциональное состояние девочек по результатам цветового теста при традиционной и дифференцированной по полу организации физического воспитания в динамике учебного года

Психоэмоциональное состояние	Период учебного года	Традиционная организация ФВ (ТО)	Модели дифференцированной по полу организации ФВ	
			ДО-1	ДО-2
Дискомфортное	Начало года	6,9 ± 4,7	6,1 ± 3,4	11,1 ± 4,0
	Конец года	13,8 ± 6,4	8,2 ± 3,9	12,7 ± 4,2
Нейтральное	Начало года	27,6 ± 8,3	30,6 ± 6,6	15,9 ± 4,6
	Конец года	41,4 ± 9,1	34,7 ± 6,8	23,8 ± 5,4
Комфортное	Начало года	65,5 ± 8,8	63,3 ± 6,9	73,0 ± 5,6
	Конец года	44,8 ± 9,2	57,1 ± 7,1	63,5 ± 6,1

В начале учебного года комфортное психоэмоциональное состояние отмечено у 38,1 ± 10,6 % мальчиков из группы ТО, 53,2 ± 7,3 % — из группы ДО-1 и 55,4 ± 6,6 % — из группы ДО-2. Различия между группами мальчиков по исходному распределению результатов цветового теста не выявлены.

В динамике учебного года в группах ТО и ДО-1 произошло сокращение доли мальчиков с комфортным психоэмоциональным состоянием на 28,6 % ( $p < 0,05$ ) и 27,7 % ( $p < 0,05$ ) соответственно.

В группе ДО-2 выявлена тенденция к увеличению доли мальчиков с комфортным психоэмоциональным состоянием на 7,1 % ( $p > 0,05$ ).

Комфортное психоэмоциональное состояние в начале учебного года отмечено у 65,5 ± 8,8 % девочек из группы ТО, у 63,3 ± 6,9 % девочек из группы ДО-1 и у 73,0 ± 5,6 % девочек из группы ДО-2. Различия между группами девочек по исходному распределению результатов цветового теста не выявлены.

В динамике учебного года в группе ТО выявлена тенденция к сокращению доли девочек с комфортным психоэмоциональным состоянием на 20,7 % ( $p > 0,05$ ).

Анализ динамики психоэмоционального состояния по результатам цветового теста выявил в конце учебного года снижение доли мальчиков с комфортным психоэмоциональным состоянием в группах детей, занимающихся в условиях традиционной и дифференцированной по полу (модель

№ 1) организации физического воспитания. У девочек выявлена тенденция к снижению доли обучающихся с комфортным психоэмоциональным состоянием при традиционной организации физического воспитания.

В условиях реализации модели № 2 дифференцированной по полу организации физического воспитания значимых изменений распределения детей по подгруппам с дискомфортным, нейтральным и комфортным психоэмоциональным состоянием не выявлено, что указывает на преимущественно благоприятное влияние дифференцированной по полу организации физического воспитания на психоэмоциональное состояние обучающихся.

## Литература

1. *Куинджи, Н.Н.* Гендерный подход к обучению и воспитанию детей в школе: физиологические, гигиенические и социальные аспекты / Н.Н. Куинджи. — М. : Пашков дом, 2010. — 80 с.
2. *Лапонова, Е.Д.* Умственная работоспособность как показатель функционального состояния организма школьников разного пола в процессе учебной деятельности // Сб. материалов респ. науч.-практ. конф. с междунар. участием «Здоровье и окружающая среда», посвященной 90-летию респ. унитарного предприятия «Науч.-практ. центр гигиены» (Минск, 26–28 окт. 2017 г.) : в 2 т. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. — Минск : РНМБ, 2017. — Т. 1. — С. 206–208.
3. *Лапонова, Е.Д.* Профилактические возможности гендерного подхода в образовательном процессе / Е.Д. Лапонова // Здоровоохранение Российской Федерации. — 2013. — № 6. — С. 45–46.
4. *Черная, Н.Л.* Особенности формирования здоровья младших школьников в условиях полонического образования / Н.Л. Черная, Е.И. Злакоманова, В.Р. Кучма // Здоровье населения и среда обитания. — 2015. — № 8. — С. 34–37.
5. *Лутошкин, А.Н.* «Цветопись» как прием эмпирического изучения психологического климата коллектива / А.Н. Лутошкин // Социально-психологический климат коллектива: теория и методы изучения. — М. : Наука, 1979. — С. 162–175.

Поступила 30.10.2020

# ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. ТЕЗИСЫ

## ГИПОДИНАМИЯ КАК ТРИГГЕР НАРУШЕНИЙ СОСТОЯНИЯ ЗДОРОВЬЯ СОВРЕМЕННЫХ ШКОЛЬНИКОВ

*Борисова Т. С., к. м. н., доцент, alket2004@rambler.ru*

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Ежесуточная потребность в движении и повышенная двигательная активность относятся к числу наиболее важных биологических особенностей растущего организма. Вместе с тем возросшие за последние годы требования обучающих программ, непрерывное увеличение потока информации и интенсификация процесса обучения, ускоренный ритм и изменившиеся условия жизни способствуют широкой распространенности гипокинезии среди современных школьников.

Недостаточный объем двигательной активности приводит к формированию гиподинамии, сопровождающейся нарушениями нервно-рефлекторных связей, обмена веществ и уровня практически всех жизненно важных функций с развитием атрофии и дегенеративных изменений в тканях и органах, ухудшением гомеостаза и реактивности, снижением сопротивляемости и неспецифической резистентности организма. Гипокинезия и ее следствие — гиподинамия представляют собой достаточно серьезную проблему как фактор риска дестабилизации психосоматического статуса растущего организма, поэтому подлежат своевременной диагностике и коррекции.

В контексте изложенного было предпринято исследование по изучению актуальности гиподинамии и факторов риска ее формирования среди учащихся общеобразовательных учреждений г. Минска. Обследованым было охвачено 246 детей в возрасте 12–13 лет с анализом функциональных резервов и состояния здоровья их организма, образа жизни и распространенности поведенческих факторов риска, уровня здоровотворческой мотивированности и валеограмотности в вопросах обеспечения физиологического оптимума индивидуальной двигательной активности. В работе использованы социологический и антропометрический методы исследования. Данные о состоянии здоровья школьников получены путем выкопировки из медицинской документации. Гармоничность физического развития оценивалась по индексу Кетле. Для построения и оценки профиля физического развития использован метод сигмальных отклонений. Измерение показателя вместимости легких осуществлялось с помощью спирометра, мышечной силы — кистевого динамометра. Статистическая обработка полученных результатов проводилась с применением компьютерной программы MS Excel.

Результаты исследования показали, что абсолютно здоровые дети составляют всего лишь 10,98%. Из каждых 10 обследованных учащихся у 9 имеются различного рода функциональные нарушения, в том числе у каждых 4 — в виде патологических изменений различной степени компенсации. Индекс нездоровья (интегральный количественный показатель, демонстрирующий степень утраты ресурсов здоровья с учетом как собственно заболеваемости, так и донозологических функциональных отклонений и их возможной полиэтиологичности) по обобщенной группе наблюдения составил 10,57%, без существенных различий с учетом гендерного распределения (11,04 и 9,95% среди мальчиков и девочек соответственно).

Распространенность хронической патологии среди обследованных учащихся составила 39,43%. В структуре регистрируемой общей заболеваемости 12–13-летних подростков лидирует школьно-обусловленная патология: болезни костно-мышечной системы (608,69%), болезни глаза и его придатков (608,69%), а также патология сердечно-сосудистой системы (521,74%). Практически каждый третий (30,43%) школьник характеризуется наличием функциональных изменений опорно-двигательного аппарата. В структуре общей заболеваемости по данной нозологической группе лидирующие позиции занимает нарушение осанки (195,65%), в числе признанных причин формирования которого значится и гиподинамия.

Среди современных школьников широко распространены разнообразные факторы риска развития гиподинамии. Осуществленный социологический опрос показал, что наиболее значимыми из них являются малоподвижный образ жизни, пренебрежение занятиями физкультурой, снижение

двигательной инициативы, комфорт в быту, недостаток свободного времени вследствие учебной перегрузки. В режиме дня подавляющего большинства учащихся отсутствуют ежедневные занятия физическими упражнениями (100%) и систематические прогулки на свежем воздухе (57,32%), имеет место сидячий образ жизни (69,92%), организация досуга сводится к контакту с различного рода гаджетами (80,49%), при этом просиживание за экраном монитора (iPhone, телефона, телевизора и др.) свыше 4 часов в день характерно для 17,07% обследованных школьников.

Основу двигательной активности учащихся составляют организованные формы физического воспитания, длительность которых в связи с нерациональным образовательным процессом и пренебрежением физическим воспитанием зачастую необоснованно сокращается или имеет место замена другими уроками. При этом каждый пятый школьник (в основном мальчики) не владеет информацией о своей принадлежности к медицинской группе для занятий физическим воспитанием, соответственно не имеет представления о необходимости дозирования физической нагрузки с учетом состояния здоровья.

Систематический дефицит двигательной активности в период школьного обучения является одной из весомых причин снижения силы мышц и их выносливости, ухудшения адаптации сердечно-сосудистой системы учащихся к стандартной физической нагрузке, снижения показателей жизненной емкости легких, появления избыточной массы тела, повышения уровня холестерина в крови. Исследование профиля физического развития 12–13-летних детей выявило смещение нормального распределения и тенденцию к увеличению среди них числа лиц с резко дисгармоничным физическим развитием за счет избыточной массы тела ( $R^2=0,3951$ ), имеющей место у 19,51% представителей данной когорты обучающихся. Жизненный индекс (среднее значение по генеральной совокупности группы наблюдения) составил  $5,0 \pm 1,33$  л/кг, что несколько ниже физиологической возрастной нормы. Недостаточные (ниже возрастных нормативов) резервы дыхательной системы выявлены у преобладающего количества (54,35%) учащихся. Установлена также тенденция к увеличению числа детей с дефицитом мышечной силы кистей рук. Динамометрические показатели ниже возрастных нормативов характерны для каждого пятого из обследованных (21,74%).

Таким образом, для современных детей школьного возраста (на примере 12–13-летних) характерна гипокинезия и ее следствие — гиподинамия, что подтверждается сниженными функциональными резервами жизнеобеспечивающих систем организма с тенденцией к нарастанию дефицита функциональных резервов и высоким уровнем заболеваемости. Состояние усугубляется широкой распространенностью поведенческих факторов риска, а также имеющими место дефектами организации двигательного режима школьников. Результаты исследования указывают на то, что превентивные меры по предупреждению обострения данной проблемы должны концентрироваться на повышении валеограмотности населения, коррекции образа жизни и условий организации двигательного режима учащихся. Только достаточное по продолжительности и систематическое применение физических упражнений общего и специального характера, должная степень тренированности и физическая нагрузка, адекватная функциональным возможностям организма, являются основой профилактики функциональных нарушений и укрепления состояния здоровья современных школьников.

Поступила 26.10.2020

## **ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ДВИГАТЕЛЬНОЙ АКТИВНОСТИ УЧАЩИХСЯ УЧРЕЖДЕНИЙ ОБРАЗОВАНИЯ РАЗНЫХ ТИПОВ**

*Волох Е. В., volakhlena@mail.ru*

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Одними из основополагающих принципов государственной политики в области здравоохранения являются приоритетность мер профилактической направленности и создание условий, способствующих сохранению, укреплению и восстановлению здоровья населения.

Однако состояние здоровья населения Республики Беларусь, оцениваемое по показателям заболеваемости и первичной инвалидности, характеризуется умеренным ростом общей (на 24,5%)

и первичной заболеваемости (на 12,5%), увеличением уровня первичного выхода на инвалидность как взрослого (на 11,9%), так и детского (11,5%) населения. Отмечено, что количество терапевтически здорового населения с возрастом уменьшается с 14,4% в возрасте 18–44 года до 0% в возрасте 60 лет и старше. И в силу этого в сфере охраны общественного здоровья особую актуальность приобретает здоровьесбережение детского населения, так как здоровье взрослого трудоспособного индивида в большей степени связано с формирующими его факторами в периодах детства и юношества. В данный период растущий организм особенно уязвим к стресс-факторам, в числе которых — интенсификация образовательного процесса в современных учреждениях образования, нерациональное питание, нарушения режима дня, недостаточная длительность сна и дефицит двигательной активности.

Недостаточная двигательная активность приводит к возникновению функциональных нарушений у подростков — например, атрофии костей и мышц, уменьшения синтеза белков и нарушения обмена веществ, уменьшения количества кальция в костях, вегетативной дисфункции. Последними исследованиями в области спортивной медицины установлено, что при длительном пребывании в сидячем положении снижается активность генов, регулирующих углеводный и жировой обмен организма, дыхание становится менее глубоким, обмен веществ понижается, происходит застой крови в нижних конечностях, что ведет к снижению работоспособности всего организма и особенно мозга: снижается внимание, ослабляется память, нарушается координация движений, увеличивается время мыслительных операций. В результате гипокинезии нарастает слабость мышц спины, давление на межпозвоночные диски становится постоянным, что сопровождается ухудшением их кровоснабжения, структурными патологическими изменениями и приводит к значительному снижению степени подвижности позвоночного столба. Тонкие хрупкие кости и недостаточно развитая мышечная система способствуют высокому риску травматизации и нарушению работы внутренних органов и систем растущего организма.

При этом систематическая тренировка формирует физиологические механизмы адаптации, расширяющие возможности организма, тем самым повышая устойчивость организма человека к различным влияниям условий внешней среды, в том числе и к гипоксии, что и определяет устойчивость к разнородным стрессорным воздействиям на основе феномена перекрестной резистентности. В интенсивно сокращающихся мышцах активизируются процессы энергообразования и синтеза белка, что характеризуется значительным повышением потребления кислорода на единицу массы мышечной ткани и увеличением восстановления аденозинтрифосфорной кислоты. Оптимальные физические нагрузки оказывают значительное влияние на формирование позвоночного столба в детском и подростковом возрасте, предупреждая образование сутулости и сколиозов.

Длительность и интенсивность двигательной активности для детей школьного возраста зависят от многих факторов, в числе которых и тип учреждения образования, посещаемого ребенком.

При сравнительном анализе двигательной активности в режиме дня учащихся 5-х классов гимназии и общеобразовательной школы г. Минска, проведенном по результатам анонимного анкетирования, отмечено, что учащиеся гимназии дольше находятся в статическом положении (6–8 часов — 50% опрошенных подростков гимназии), чем учащиеся школы (3–6 часов — 66,9% опрошенных подростков школы). Некачественно организованный двигательный компонент учебного дня школьника вносит свою лепту в негативное влияние факторов внутришкольной среды, с которыми специалисты связывают от 20 до 40% детско-подростковой патологии.

При сравнении выборки по частоте и длительности выполнения физических упражнений отмечено, что среди учащихся гимназии в 2 раза больше подростков приобщены к физической нагрузке (62,50% опрошенных в гимназии и 38,1% — в школе). Наиболее распространенной продолжительностью активной деятельности подростков является 1–2-часовая. Однако учащиеся школы чаще выполняют утром до уроков гимнастику (76,19%), чем учащиеся гимназии (50%).

К сожалению, не отличаются активностью предпочтения подростков в видах деятельности на переменах. Вместо гигиенически обоснованного активного отдыха у учащихся как школ, так и гимназий преобладают статические виды деятельности. Большинство учащихся гимназии на переменах повторяют материал уроков (62,50%), а в школе подростки предпочитают игры в телефоне (61,90%).

Как отметили опрошенные учащиеся, динамические физкультминутки на уроках в гимназии проводят лишь несколько раз в неделю, а в общеобразовательной школе их не проводят вовсе. Физкультминутка в виде упражнений для снятия зрительного утомления в гимназии организуется на каждом уроке, а в школе — несколько раз в неделю.

Большинство учащихся гимназии получают дополнительную физическую нагрузку на занятиях в спортивных секциях (70,83%). Две трети учащихся школы (61,9%) предпочитают прогулки в свободное время, а двое из пяти (42,86%) — поездки на велосипеде и роликах.

Во время летних каникул двигательная активность также требует коррекции. У трети гимназистов преобладают статические виды отдыха: смотрят фильмы (33,33%), общаются online или находятся в социальных сетях (25%). Среди учащихся общеобразовательной школы остается дома, играя за компьютером, каждый третий школьник (28,57%). Оздоровляются вне города (в санатории, на курорте, в деревне) во время каникулярного отдыха большинство всех обучающихся (75% учащихся и 71,74% учащихся школы).

В результате проведенной работы отмечен дефицит двигательной активности современных подростков. Выявленная недостаточная двигательная активность учащихся вне зависимости от типа учреждения образования, в котором обучаются подростки, а также нерациональный режим их дня представляют собой факторы риска здоровью детей и подростков. Сравнительный анализ физической активности респондентов разных учреждений образования с учетом наличия и отсутствия образовательного компонента в режиме дня выявил определенные особенности, указывающие на необходимость дифференцированного подхода к разработке профилактических мероприятий для различных целевых групп и времени их проведения.

Поступила 30.10.2020

## **ОЦЕНКА ИНДИВИДУАЛЬНОГО РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ ДЕТЕЙ СРЕДНЕГО ШКОЛЬНОГО ВОЗРАСТА**

*Гозак С.В., д.м.н., svitlana.hozak@gmail.com,  
Елизарова Е.Т., к.м.н., school\_health@meta.ua,  
Станкевич Т.В., к.м.н., school\_health@meta.ua,  
Парац А.Н., к.м.н., school\_health@meta.ua*

Государственное учреждение «Институт общественного здоровья им. А.Н. Марзеева Национальной академии медицинских наук Украины», г. Киев, Украина

Известно, что на здоровье детей и подростков влияют разные факторы. Многие из них, как, например, двигательная активность, могут быть как фактором риска, так и фактором антириска в зависимости от их уровня. Наше исследование включало выявление комплекса неблагоприятных для здоровья детей уровней антропометрических, поведенческих, социальных и демографических факторов. Одним из методических подходов к оценке риска воздействия комплекса факторов является создание нелинейной системы на основе теории информации и теоремы Байеса. Этот метод и был использован в данной научной работе.

Методика оценки риска для здоровья детей 12–15-летнего возраста разработана для городских детей на основе данных антропометрического, физиометрического обследования, профилактических медицинских осмотров и анкетирования группы детей, занимающихся спортом в организованных коллективах ( $n = 54$ ), а также анкетирования их родителей. На проведение исследований от родителей было получено информированное согласие. Двигательная активность детей оценивалась с учетом ее интенсивности в зависимости от вида спорта или танцев при помощи адаптированного нами опросника «Quantification de L'Active Physique en Altitude Chez le Enfants». Заболеваемость изучали по данным медицинской документации. Антропометрические и физиометрические исследования проводили по классической методике.

Интегральную оценку здоровья детей проводили с учетом прямых, субъективных и морбидных показателей. Для этой цели на основе показателей артериального давления, частоты сердечных сокращений, массы тела, длины тела, насыщенности крови кислородом, оценки самочувствия и заболеваемости был разработан комплексный показатель здоровья. С помощью использования теоремы Байеса были получены апостериорные (условные) вероятности, которые позволили выделить два класса событий: наличие и отсутствие риска снижения здоровья. На основе полученных апостериорных вероятностей с помощью информационного подхода Кульбаки С. были рассчитаны прогностические коэффициенты для формирования модели прогнозирования риска снижения здоровья подростков. Сумма полученных прогностических коэффициентов образует диагностическую функцию, медианное значение аргументов которой принимали за точку распределения при определении группы риска.

Установлено, что факторами риска для здоровья детей 12–15 лет являются следующие: занятия в организованных спортивных коллективах меньше 3 или больше 4 раз в неделю ( $p < 0,01$ ) и дли-

тельностью менее 270 мин/неделю для мальчиков и 230 мин/неделю для девочек ( $p < 0,05$ ); продолжительность внешкольной малоподвижной деятельности (сидячего поведения) более 4 часов в сутки ( $p < 0,05$ ); возраст старше 14,5 года ( $p < 0,05$ ); избыточная масса тела или ее дефицит ( $p < 0,05$ ); наличие хронических заболеваний ( $p < 0,05$ ); продолжительность сна менее 9 часов в сутки ( $p < 0,05$ ); низкий уровень финансовых возможностей семьи ( $p < 0,05$ ); отсутствие совместных занятий двигательной активностью родителей с детьми ( $p < 0,05$ ); отсутствие занятий спортом в повседневной жизни родителей ( $p < 0,05$ ).

Рассчитанные прогностические коэффициенты для определения вероятности наличия риска для здоровья подростков составляют:

- избыточная масса тела или ее дефицит — 12; нормальная МТ — 3;
- хронические заболевания имеются — 11; отсутствуют — 4;
- кратность занятий спортом или танцами 1–2 раза в неделю — 11; 3–4 раза — 3; 5–7 раз — 7;
- продолжительность сна меньше 9 ч/сутки — 10; больше — 3;
- возраст подростка 14,5–15 лет — 10; 12–14,5 года — 3;
- уровень доходов семьи низкий — 9; средний и высокий — 2;
- продолжительность занятий спортом или танцами менее 270 мин/неделю для мальчиков и 230 мин/неделю для девочек — 9; больше этого времени — 0;
- сидячее поведение во внешкольное время больше 4 ч/сутки — 7; меньше — 1;
- родители не занимаются спортом — 7; занимаются — 1;
- родители не занимаются двигательной активностью или физическими упражнениями вместе с подростком — 6; занимаются — 0.

Наличие или отсутствие риска для здоровья конкретного подростка оценивается по сумме прогностических коэффициентов. Если сумма прогностических коэффициентов 47,0 и меньше, то риск для здоровья подростка отсутствует, а при значении 47,1 и больше — риск существует.

Параметры чувствительности теста рассчитаны с применением подходов доказательной медицины. Установлено, что чувствительность теста составляет 92,9%, специфичность теста — 85,7%, прогноз положительного результата — 86,7%, прогноз отрицательного результата — 92,3%. Аналитическая точность теста составляет 89,3%. Эти данные позволяют считать предложенную методику оценки риска для здоровья детей информативной. Для удобства использования данная методика представлена в виде компьютерной программы.

Таким образом, на основе комплекса антропометрических, поведенческих, социальных и демографических детерминант здоровья с помощью теоремы Байеса создана информационная система, которая позволяет определить наличие или отсутствие риска снижения здоровья детей среднего школьного возраста. Это позволяет разрабатывать целенаправленные индивидуальные профилактические мероприятия, а также проводить информационные кампании среди населения.

Поступила 01.11.2020

## **ТРЕБОВАНИЯ К ОРГАНИЗАЦИИ ЛОКАЛЬНОЙ СЕТИ БЕСПРОВОДНОГО ШИРОКОПОЛОСНОГО ДОСТУПА В УЧРЕЖДЕНИЯХ ОБРАЗОВАНИЯ**

*Грекова Н.А., deti@rspch.by,  
Арбузов И.В., phisical.factors@mail.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Широкое внедрение в учебный процесс современных образовательных технологий, новых видов образовательного контента приводит к активной информатизации образования и превращению образовательной среды в техносферу. В настоящее время учреждения образования формируют электронные библиотеки, используют в образовательном процессе электронные учебники и программно-методические обучающие комплексы для самостоятельной работы, вводят электронные журналы, что, в свою очередь, требует обеспечения всех участников образовательного процесса постоянным доступом к информации, размещенной как в собственной локальной сети учреждения, так и в сети интернет. Несомненным приоритетом в данном контексте пользуется организация

локальной сети передачи данных с использованием радиоэлектронных средств беспроводного широкополосного доступа (Wi-Fi).

В рамках изучения состояния электромагнитной обстановки в учебных помещениях экспериментальных учреждений общего среднего образования г. Минска, г. Новополоцка при использовании в учебном процессе системы беспроводного широкополосного доступа (Wi-Fi) проведены измерения уровней плотности потока энергии электромагнитного поля радиочастотного диапазона (2,4 ГГц), создаваемых системами широкополосного беспроводного доступа (Wi-Fi). При этом смоделирована ситуация с максимальной нагрузкой на точку доступа и одновременным задействованием всех устройств беспроводной передачи данных, находящихся в распоряжении учащихся (ноутбуки), на прием и передачу объемного (более 2 гигабайт) потока информации.

В результате исследований установлены единичные кратковременные изменения показателя плотности потока энергии электромагнитного поля радиочастотного диапазона (2,4 ГГц) с 0,28 до 0,39 мкВт/см<sup>2</sup>, что сопоставимо с фоновыми значениями и не может рассматриваться как гигиенически значимый фактор обучающего процесса.

Исходя из требований социального запроса, результатов проведенных исследований сформулированы следующие требования к организации беспроводной сети Wi-Fi в учреждениях общего среднего образования.

1. Организация локальной сети передачи данных с использованием радиоэлектронных средств беспроводного широкополосного доступа должна предусматривать оформление санитарного паспорта на каждое радиоэлектронное средство беспроводного широкополосного доступа (точку доступа) с эквивалентной изотропной излучаемой мощностью более 100 мВт, имеющее внешнюю антенну, установленную вне зданий и сооружений.

В соответствии с системой стандартизации Республики Беларусь радиоэлектронное средство беспроводного широкополосного доступа с выходной мощностью передатчика менее 100 мВт (точки доступа сети Wi-Fi в образовательных учреждениях) является окончательной абонентской аппаратурой, соответственно не требует оформления санитарного паспорта.

Радиоэлектронное средство беспроводного широкополосного доступа с выходной мощностью более 100 мВт, имеющее внешнюю антенну, установленную вне здания, расценивается как базовая станция и находится в сфере действия специфических санитарно-эпидемиологических требований к содержанию и эксплуатации объектов, являющихся источниками неионизирующего излучения.

2. Для безопасного использования системы беспроводной передачи данных необходимо предусматривать размещение точек доступа в помещениях (за исключением помещений, в которых организован образовательный и воспитательный процесс) на высоте не менее 2 метров от поверхности пола.

Данное требование позволит соблюсти принципы предупредительной политики ВОЗ (превентивные меры в условиях недостаточного научного знания проблемы для избежания возможного вреда, даже если вероятность его возникновения ничтожна), предотвратить повреждение учащимися дорогостоящего оборудования и учесть рекомендации по установке данных устройств на расстоянии не менее 1–1,5 метра от места постоянного нахождения человека, изложенные в инструкциях по эксплуатации данного вида оборудования.

3. Организация локальной сети передачи данных с использованием радиоэлектронных средств беспроводного широкополосного доступа в учреждениях образования допускается с целью реализации образовательных программ.

Использование локальной сети только в учебном процессе позволит ограничить бесконтрольный доступ к сети интернет в учреждениях образования с личных электронных устройств учащихся; даст возможность администрации учреждений образования реализовать принципы здоровьесберегающей школьной среды путем организации рациональных режимов труда и отдыха, привлечения школьников к участию в динамических переменах, повышения грамотности школьных коллективов в вопросах информационной и электромагнитной безопасности.

Выполнение изложенных требований при усиленном внимании администрации и медицинской службы образовательного учреждения к соблюдению гигиенических условий организации образовательного процесса, профилактике зрительной и костно-мышечной патологии (контроль правильной посадки на рабочем месте, ограничение длительности непрерывной работы, упражнения для снятия утомления глаз и позвоночника) позволит школе внести весомый вклад в подготовку здоровых членов общества, способных ориентироваться в информационных потоках, владеющих современными информационными технологиями.

## ФИЗИЧЕСКАЯ РАБОТОСПОСОБНОСТЬ И ЭНЕРГООБМЕН У МАЛЬЧИКОВ-ПОДРОСТКОВ

Корепанов А.Л., д.м.н., доцент, akorepanov2006@rambler.ru

Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Севастопольский государственный университет», г. Севастополь, Россия

Тенденция ухудшения здоровья детей проявляется в росте психических нарушений, заболеваний опорно-двигательного аппарата, увеличении частоты сердечно-сосудистой патологии. Количество здоровых детей сокращается в связи с нарушениями в структуре питания, повышением эмоциональных нагрузок, гиподинамией. Нарушения наблюдаются как у детей с низким физическим развитием, так и у акселерированных детей. Вероятно, процессы акселерации вносят свой вклад в заболеваемость: наблюдается «омоложение» диабета, лейкозов, ревматизма. Учитывая ведущую роль энергетических процессов в росте и развитии организма, представляется целесообразным исследование динамики показателей энергообмена и физической работоспособности (далее — ФР) подростков 13–14 лет с различным уровнем физического развития.

Исследовали 144 подростка (28 акселерантов, 98 нормодантов, 18 ретардантов). ФР устанавливалась по методике Карпмана. Энерготраты определялись сидя в состоянии покоя и на 1, 5, 10 и 15-й минутах после прекращения физической нагрузки. ФР составила у акселерантов 860,5 кгм/мин, что на 12,3% выше, чем у нормодантов. У нормодантов ФР равнялась 766,2 кгм/мин, что на 29,41% выше, чем у ретардантов, у которых ФР оказалась равной 592,1 кгм/мин. Относительная ФР составила у акселерантов, нормодантов и ретардантов 14,19 кгм/мин/кг, 14,55 кгм/мин/кг и 14,95 кгм/мин/кг соответственно. Энерготраты покоя равнялись у акселерантов 1,24 ккал/мин, что на 20,5% выше, чем у нормодантов, и на 40,9% выше, чем у ретардантов. Однако относительные энерготраты у ретардантов составили 0,021 ккал/кг/мин и оказались больше на 5%, чем у акселерантов и нормодантов. Энерготраты относительно 1 м<sup>2</sup> поверхности тела максимальны у акселерантов — 0,73 ккал/мин/м<sup>2</sup>, что на 7,3% выше, чем у нормодантов, и на 10,6% выше, чем у ретардантов. После физической нагрузки общие энерготраты увеличились: у акселерантов — на 21,8%, у нормодантов — на 26,4%, у ретардантов — на 28,4%. При восстановлении происходило снижение общих энерготрат относительно покоя: у ретардантов — на 7,32%, у акселерантов — на 6,9%, у нормодантов — на 6%, а относительные энерготраты у нормодантов, акселерантов и ретардантов увеличились на 30%, 20%, 27,3% соответственно. Энерготраты относительно 1 м<sup>2</sup> поверхности тела у нормодантов, ретардантов и акселерантов возросли на 28%, 32%, 20% соответственно.

Различия ФР и энергообмена у акселерантов, нормодантов, ретардантов отражают дифференциацию энергетических процессов и, как следствие, вегетативных реакций исследуемых. Превышение относительной ФР у нормодантов и ретардантов по сравнению с акселерантами — проявление более адекватных адаптивных реакций систем жизнеобеспечения на дозированную физическую нагрузку. Это проявляется и в большем увеличении энерготрат у нормодантов. Уровень относительных энерготрат акселерантов в состоянии покоя такой же, как у нормодантов, а энерготраты, рассчитанные на 1 м<sup>2</sup>, существенно превышают данный показатель у остальных двух групп, что свидетельствует об избыточном анаболизме и высокой физиологической потребности к теплоотдаче. Высокий анаболизм, однако, не обеспечивает качество адаптивных реакций на физическую нагрузку — диапазон энергетических сдвигов у акселерантов значительно ниже, и энергетические показатели после физической нагрузки у нормодантов существенно превышают таковые у акселерантов — в частности, энергообмен на 1 м<sup>2</sup> увеличивается у нормодантов на 28%, тогда как у акселерантов — лишь на 20%.

В настоящее время наблюдается снижение темпов акселерации. Вероятно, это связано с истощением функциональных ресурсов организма в плане перестройки систем энергообеспечения и относится к детской популяции в целом. Возможно, акселерация — это проявление минимизации функций, что выражается в создании бесплатного механизма теплоотдачи в виде удлинения конечностей и увеличения площади тела.

Поступила 30.10.2020

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ОБРАЗА ЖИЗНИ СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

Кушнерук А.В., *kushnerukhv@mail.ru*,  
Самохина Н.В., *siamka\_flower@mail.ru*

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

Одним из важных факторов формирования, сохранения и укрепления здоровья человека выступает поведенческий фактор, определяющий отношение к собственному здоровью и продолжительности жизни. Студенческая молодежь является трудовым и репродуктивным потенциалом, а также ресурсом высококвалифицированных кадров, необходимых в период становления и развития социально-экономической сферы государства. Актуальность проблемы сохранения здоровья молодого поколения на современном этапе определяется колоссальными изменениями образа жизни, происходящими на фоне недостаточного уровня культуры здоровья, кризисной демографической ситуацией, прогрессирующим ухудшением состояния здоровья населения, ростом хронической неинфекционной патологии. Скрининговые исследования в группах студенческой молодежи, как потенциально определяющей благополучие популяции, имеют первостепенное значение при принятии решений о направлении профилактических мероприятий, нацеленных на повышение валеокультуры населения.

С целью изучения и анализа поведения студенческой молодежи в отношении здоровья и факторов здорового образа жизни было проведено социологическое исследование. Анкетированием было охвачено 220 человек в возрасте 18–24 лет, обучающихся в учреждении образования «Белорусский государственный медицинский университет». Оценка состояния здоровья проводилась по показателям адаптационного потенциала системы кровообращения до и после физической нагрузки и по показателям физического развития с расчетом индекса Кетле.

Среди негативных факторов, влияющих на здоровье студенческой молодежи, необходимо отметить недостаточную физическую активность. Только половина опрошенных студентов (51,5%) для укрепления здоровья регулярно используют в своем режиме дня физическую культуру. Анализ критериев здоровья выявил неудовлетворительные показатели адаптационных резервов сердечно-сосудистой системы у 44,3% респондентов. Оценка индекса массы тела показала, что избыток массы тела имеют 37,6% респондентов, у 17% исследуемых отмечается дефицит массы тела, у 45,3% студентов масса тела в норме. Контролируют свое физическое состояние и физическую активность только 17,1% опрошенных.

Важную роль в обеспечении качества жизни человека, его физического и психического здоровья, увеличении продолжительности жизни играет рациональное питание. Изучение пищевых стереотипов показало, что 54,4% студентов отдают предпочтение жареной и копченой пище. Выявлено, что 75,9% опрошенных «злоупотребляют» сладостями. Исследование продемонстрировало, что более 50% опрошенных не обращают внимания на состав продукта в момент покупки, для 64,4% не важен качественный состав пищи. По результатам анкетирования, 89,4% респондентов употребляют продукты «фастфуд», из них 28,9% — очень часто. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что более половины студентов придерживаются «углеводно-жировой» модели питания с недостаточным количеством животного белка, дефицитом клетчатки, витаминов и микроэлементов. Анализ режима питания показывает, что 25,2% опрошенных не соблюдают необходимую кратность приемов пищи. Отсутствие завтрака отмечают 33,1% исследуемых, 32,7% анкетированных указывают на поздний прием пищи (после 22.00). Выявлено, что 47,1% респондентов не следят за соблюдением должных интервалов между приемами пищи. Нездоровое питание 51% опрошенных связывают с отсутствием мотивации к ведению здорового образа жизни.

В последнее время особое место в жизни современного студента занимают электронные устройства и так называемое «интернет-пространство». Гаджеты сегодня выступают не только в качестве средств передачи, обработки и хранения информации, они также наносят огромный вред, изменяя соматическую, психическую и социальную составляющие здоровья. Изучение количества времени, проведенного студентами с использованием гаджетов, показало, что 51,5% опрошенных студентов проводят с ними более 5 часов в день, при рекомендованном не более 2 часов. Больше всего экранного времени студенческая молодежь тратит на посещение социальных сетей — 89%, учебу и саморазвитие — 63,2%. Наиболее посещаемыми студентами сайтами являются vk.com, instagram.com,

youtube.com. Полученные данные показали, что студенты используют интернет-ресурсы чаще с целью общения, развлечения и досуга, чем для изучения учебного материала и подготовки к занятиям.

В настоящее время вредные привычки глубоко укоренились в молодежной среде — вчерашние школьники, сегодняшние первокурсники, приходят в вуз с уже сформировавшимися вредными привычками. Анализ поведенческих факторов риска показал, что большинство студентов осознают негативное влияние на здоровье табакокурения. Так, среди респондентов 87,1 % не курят, 10 % являются активными курильщиками, 2,9 % отказались от табака.

Таким образом, оценка образа жизни молодежи указывает на необходимость целенаправленной профилактической работы со студенчеством в вопросах формирования мотивационно-ценностного отношения к ведению здорового образа жизни, что, в свою очередь, является обязательным условием рентабельности личности, так как позволит сохранить и укрепить здоровье для активной последующей жизни, успешной профессиональной карьеры и материального благополучия.

Поступила 30.10.2020

## **ГИГИЕНА УМСТВЕННОГО ТРУДА В ШКОЛЕ: ПРОЦЕСС РАЗВИТИЯ УТОМЛЕНИЯ И ПЕРЕУТОМЛЕНИЯ У ПОДРОСТКОВ**

*Маврина Л. Н., к. б. н., mavrina.liana@mail.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Систематическое утомление и переутомление относится к патологическим состояниям и ведет не только к снижению качества усвоения учебного материала, но и к ухудшению здоровья. Поэтому раннее выявление признаков утомления и своевременная их коррекция являются важными условиями сохранения здоровья школьников.

Целью нашего исследования стала оценка умственной работоспособности школьников среднего возраста при активном решении математических примеров и задач с целью разработки гигиенически рационального режима работы в условиях умственной деятельности.

В соответствии с целью исследования в качестве методического инструментария были выбраны корректурные пробы буквенной таблицы В. Я. Анфимова. Обработка материалов проводилась с помощью программы Excel и заключалась в подсчете количества просмотренных знаков и допущенных ошибок во всей работе и отдельно в каждой ее части, а также определении показателя суточной адаптивности (далее — ПСАД), который показывает на фазы утомления.

Для проведения исследования были выбраны уроки математики, потому что выполнение математических заданий, особенно сложных, состоящих из нескольких задач и примеров различной трудности, представляет собой интенсивный умственный процесс, неравномерно протекающий во времени и способный затягиваться на продолжительный период.

Исследования утомляемости и работоспособности проведены у 60 учащихся 5-го и 6-го классов. Корректурная проба проводилась на заранее подготовленных бланках. Ученики выполняли задание самостоятельно. Работа с карточками В. Я. Анфимова проводилась до уроков, затем 4 раза после первых 30 и 40 мин (2-го и 5-го уроков) выполнения математических учебных заданий, а затем еще 4 раза после 15 и 20 мин перерыва.

В динамике времени заметное ухудшение работоспособности, указывающее на утомление детей, регистрировалось после 30 мин напряженной умственной работы, а по истечении 40 мин эти процессы становились выраженными.

Показатель ПСАД начинает снижение до –56 % после первых 30 минут интенсивной умственной работы, что указывает на первую фазу утомления (I ст.) — нарушение подвижности основных нервных процессов, ослабление активного внутреннего торможения, напряжение ЦНС. Считается, что появление утомления I ст. у учеников в школьных условиях допустимо, это компенсируемое состояние при использовании специальных приемов, направленных на снятие возникшего напряжения.

С третьей по пятую пробу показатели ПСАД увеличиваются от –69 до –117 %, что указывает на резкое напряжение ЦНС, напряженное охранительное торможение, что характерно для второй фазы утомления (II ст.). Для восстановления работоспособности требуется гораздо больше усилий.

Если после 30 мин работы учащимся предоставлялся 15-минутный физический активный отдых, то работоспособность практически восстанавливалась до исходного уровня (ПСАд — 28%). Более прочное восстановление работоспособности ребенка наступало после такого же по организации, но 20-минутного отдыха. Об этом говорило то, что в ходе второго 30-минутного периода наблюдалось меньше ошибок в выполняемом тесте.

При более длительной умственной нагрузке — 40 мин — требовался и больший отдых. Так, после 40 мин напряженной умственной работы работоспособность учащихся нормализовалась только после 20 мин отдыха, причем достаточный восстановительный эффект умственной работоспособности отмечался только тогда, когда дети отдыхали на свежем воздухе и активно (ПСАд — 15%). Отдых в помещении, физически пассивный или малоактивный, в течение 10–15 мин после 40 мин интенсивной умственной работы не дает полного восстановления умственной работоспособности детей, и последующая работа ухудшает ее состояние.

Систематическое утомление и переутомление относится к патологическому состоянию и ведет не только к снижению качества усвоения учебного материала, но и к ухудшению здоровья. Поэтому раннее выявление признаков утомления и своевременная их коррекция является важным условием сохранения здоровья школьников.

Еще И. М. Сеченов говорил о том, что смена работы одних мышц работой других лучше способствует восстановлению сил, чем полное бездействие. Этот его постулат и стал основой организации отдыха в сфере умственной деятельности. Таким образом, для успешной умственной работы необходим не только тренированный мозг, но и тренированное тело.

Учебный процесс должен строиться так, чтобы предупредить момент возникновения переутомления, которое создает предпосылки развития острых и хронических нарушений здоровья, развития нервных, психосоматических и других заболеваний.

Нами разработан комплекс мер, направленный на то, чтобы отдалить момент наступления утомления и тем более не допустить переутомления школьников на уроках.

Поступила 26.10.2020

## **СОВРЕМЕННЫЕ ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ В ФОРМИРОВАНИИ ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИХ КОМПЕТЕНЦИЙ У ОБУЧАЮЩИХСЯ**

*Мирская Н. Б., д. м. н., n.mirskaya@mail.ru*

Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Несмотря на достигнутые успехи в области медицины, здоровье населения нашей страны, и особенно подрастающего поколения, продолжает ухудшаться.

Мониторинг уровня знаний о способах сохранения и укрепления здоровья и профилактике заболеваний, проводимый среди различных континентов населения в различных регионах многими исследователями, свидетельствует о неудовлетворительной гигиенической грамотности. Отсутствие знаний о факторах риска и здоровом образе жизни (далее — ЗОЖ) остается основной причиной широкого распространения болезней современности и высокой смертности (Голикова Т. А., 2010; Евтифьева Г. Ю., 2011). При изучении образа жизни семей, имеющих детей школьного возраста, выявлена высокая распространенность основных факторов риска развития инфекционных и неинфекционных заболеваний, связанных с поведенческими привычками и образом жизни. Среди них несоблюдение правил гигиены, несбалансированное питание, гипокинезия, курение, стресс и др. Родители очень мало времени уделяют вопросам охраны здоровья своих детей, уровень их знаний крайне низок (Мирская Н. Б., Коломенская А. Н., Медведь Л. М., Синякина А. Д., Краилина С. И., Росомаха Р. М., Иванова Т. Л., 2009; Мирская Н. Б., Дедух Е. Л., Ручкина Н. А., 2011).

Небрежное отношение к своему здоровью является следствием не только информационной ниши, но и недостаточных, неправильных мотивационных установок или их отсутствия. Стимулируют и побуждают ответственно и осознанно относиться к ценности здоровья система знаний о здо-

ровье и ЗОЖ, а также глубокое убеждение в необходимости быть здоровым (Медведь Л. М., Ляхович А. В., Коломенская А. Н., Мирская Н. Б., Гутман М. Р., 2012; Мирская Н. Б., Коломенская А. Н., Вольфсдорф Е. И., 2016).

С целью формирования здоровьесберегающих компетенций у обучающихся проводились поиск, анализ и оценка современных информационных технологий.

В результате проведенного поиска информационных технологий было найдено 22 сайта и блога. Из представленных в них материалов для изучения выбрано 142.

Анализ выбранных материалов позволил систематизировать представленные в них технологии, разделив их на 3 группы.

Первая группа — это видео- и аудиоролики, в том числе авторские. В эту группу вошли лекции, уроки здоровья, научные и научно-популярные фильмы и мультфильмы.

Вторая группа — это печатные материалы. К ним относятся книги, учебные пособия, справочники, самоучители, научные и научно-популярные статьи, тексты, памятки, а также стихи, песни, кроссворды.

Третья группа — это наглядные материалы и иллюстрации. Одни из них сопровождают видеоматериалы, другие дополняют печатные материалы, третьи являются самостоятельными наглядными технологиями.

Наилучшим образом наглядными материалами и иллюстрациями обеспечены видеоролики; печатные технологии нуждаются в более качественном иллюстративном оформлении; самостоятельному иллюстративному материалу требуются грамотные текстовые комментарии.

Оценка содержательной части здоровьесберегающих технологий позволила структурировать их по 8 направлениям.

Первые 2 места с большим отрывом от других занимают питание (34,5 %) и физическое воспитание (32,4 %). Значительно меньше технологий посвящено комплексному формированию ЗОЖ (9,2 %), «здоровью без лекарств» (8,5 %) и уходу за внешностью (7,0 %). Меньше всего из найденных материалов посвящено защите от стресса (3,5 %), вредным привычкам (2,8 %) и режиму дня (2,1 %). В области питания акцент сделан на борьбе с лишним весом и мерах по его профилактике (26,5–18,4 %). Для этого в большом количестве рекомендуются разнообразные диеты, рецепты блюд и способы их приготовления. Режим питания оказался на последнем месте и составил всего лишь 10,2 %. В области физического воспитания на первом месте также оказалась тема похудения (26,1 %). В материалах, обозначенных как «здоровье без лекарств», речь главным образом идет о существующих лечебных травах и растениях. Даются рекомендации и рецепты для их применения в профилактике и лечении конкретных заболеваний. В рекомендациях по уходу за внешностью акцент делается на косметике, формировании осанки и маникюре. Информационные материалы, обозначенные как «вредные привычки», направлены на борьбу с уже сложившимися пристрастиями к табакокурению и злоупотреблению алкоголем. Профилактическое направление в них отсутствует. Информация по режиму дня сведена только к проблемам со сном и постоянной усталости. Содержание всех изученных технологий лишь в 14,8 % предназначено непосредственно детям и подросткам. Большая же их часть подходит старшеклассникам, которые могут быть приравнены к молодежи, а также родителям и педагогам.

Таким образом:

1. Преобладающая часть изученных информационных технологий не охватывает все необходимые составляющие здоровьесбережения. Они фрагментарны, выборочны, часто имеют узкую направленность, в них много спорного, ненаучного, не соответствующего доказательной медицине.

2. Множество имеющихся в настоящее время на сайтах, блогах и в других источниках материалов о здоровьесбережении в очень малой степени отвечают потребностям общества, особенно подрастающего поколения, которое остро нуждается в материалах по формированию, сохранению и укреплению здоровья путем использования для этого современных медико-образовательных технологий.

3. Получение информации по разным аспектам сохранения и укрепления здоровья из популярных источников, в которых предлагаются якобы новые методы оздоровления, без учета объективных научных данных является намного более опасным, чем отсутствие знаний.

4. Предлагаемая подрастающему поколению и населению в целом информация по различным аспектам здоровьесбережения должна иметь научную основу и соответствовать требованиям доказательной медицины.

Поступила 29.10.2020

# ДИНАМИКА ПЕРВИЧНОЙ АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМОЙ ЗАБОЛЕВАЕМОСТИ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ НЕКОТОРЫХ ТЕРРИТОРИЙ СИБИРСКОГО ФЕДЕРАЛЬНОГО ОКРУГА

<sup>1</sup>Мыльникова И. В., д. м. н., [inna.mylnikova.phd.ms@gmail.com](mailto:inna.mylnikova.phd.ms@gmail.com),

<sup>2</sup>Гавриш С. М., [gavrish\\_s@mail.ru](mailto:gavrish_s@mail.ru)

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Восточно-Сибирский институт медико-экологических исследований», г. Ангарск, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия

В настоящее время здоровье детей и подростков характеризуется неблагоприятными тенденциями снижения численности школьников с I группой здоровья и увеличения количества лиц с III и IV группами здоровья. Среди нарушений здоровья у детей школьного возраста одно из ведущих мест занимает алиментарно-зависимая патология. Социальная значимость алиментарно-зависимых заболеваний определяется риском хронизации и развитием патологии сердечно-сосудистой системы.

Алиментарно-зависимые заболевания относятся к категории управляемых. Таким образом, информация о динамических и структурных характеристиках заболеваемости, обусловленной питанием, позволит оптимально организовать и осуществлять профилактику данной группы нарушений здоровья, в частности у детей школьного возраста.

Цель — изучить динамику первичной алиментарно-зависимой заболеваемости детского населения 0–14 лет на некоторых территориях Сибирского Федерального округа (далее — СФО).

Проведено ретроспективное исследование первичной алиментарно-зависимой заболеваемости детей 0–14 лет Иркутской и Новосибирской области СФО в 2009–2019 гг. В качестве источника информации использованы статистические материалы «Заболеваемость детского населения России (0–14 лет)», подготовленные специалистами ФГБУ «Центральный научно-исследовательский институт организации и информатизации здравоохранения» Министерства здравоохранения Российской Федерации и при содействии специалистов Департамента анализа, прогноза и инновационного развития здравоохранения Министерства здравоохранения Российской Федерации.

Статистическую обработку проводили с применением программ Microsoft Excel и STATISTICA, версия 10.0. Показатели первичной заболеваемости пересчитаны на 1000 человек, сформированы динамические ряды. Для изучения динамики показателей первичной заболеваемости применили регрессионный анализ. Изменения показателей оценивали по коэффициенту детерминации аппроксимации ( $R^2$ ) с помощью шкалы Чеддока: 0,1–0,3 — слабые изменения, 0,3–0,5 — умеренные, 0,5–0,7 — заметные, 0,7–0,9 — высокие, 0,9–0,99 — весьма высокие.

Среди анализируемых алиментарно-зависимых заболеваний у детей 0–14 лет преобладают болезни органов пищеварения. Среднемноголетние значения первичной заболеваемости по данному классу болезней составили: в РФ —  $73,8 \pm 2,6\%$ , в СФО —  $83,4 \pm 4,3\%$ , Иркутской области —  $86,4 \pm 6,1\%$ , в Новосибирской области —  $52,5 \pm 1,6\%$ .

Распространенность заболеваний эндокринной системы и болезней крови у детей 0–14 лет значительно меньше, чем заболеваний желудочно-кишечного тракта. Максимальное значение среднемноголетнего показателя первичной эндокринологической заболеваемости отмечено в Иркутской области —  $23,9 \pm 0,9\%$ , минимальное в Новосибирской области —  $8,4 \pm 0,9\%$ . Обращает внимание тот факт, что в РФ и СФО значения среднемноголетнего показателя первичной эндокринологической заболеваемости были ниже, чем в Иркутской области, в 1,5 и 1,4 раза соответственно ( $15,6 \pm 0,3\%$  — в РФ,  $16,5 \pm 0,4\%$  — в СФО).

Среднемноголетний показатель первичной заболеваемости по классу болезней крови у детей 0–14 лет в Иркутской области ( $15,9 \pm 0,3\%$ ) статистически не отличался от аналогичного показателя в РФ ( $14,1 \pm 0,6\%$ ) и СФО ( $13,3 \pm 0,6\%$ ). В Новосибирской области значение исследуемой характеристики заболеваемости ( $6,6 \pm 0,6\%$ ) было меньше, чем в РФ и СФО, в 2,1 и 2 раза соответственно.

Анализ динамики первичной заболеваемости алиментарно-зависимой патологии выявил отрицательный среднегодовой абсолютный прирост (к 2019 г. относительно 2011 г.) в отношении большинства анализируемых показателей. За исключением динамики ожирения — положительный

среднегодовой абсолютный прирост показателя отмечен в РФ (+0,7), СФО (+1,4), Новосибирской (+2,9) и Иркутской областях (+2,3). Кроме того, положительный среднегодовой абсолютный прирост показателя зарегистрирован в Новосибирской области по классу болезней эндокринной системы (+5,6); в Иркутской области — по нозологическим формам гастрита и дуоденита (+2).

Динамические изменения первичной заболеваемости ожирением в период исследования описываются уравнениями полиномиальной регрессии: в РФ —  $y=0,0174x^2-0,1292x+3,81671$ ; в СФО —  $y=0,0273x^2-0,1394x+4,1$ ; в Новосибирской области —  $y=0,0609x^2-0,2343x+2,7$ ; в Иркутской области —  $y=0,0497x^2-0,2251x+4,6524$ . Качественная оценка динамики показателей по величине коэффициента детерминации аппроксимации ( $R^2$ ) позволяет сделать вывод, что в РФ тенденция к росту ожирения среди детей 0–14 лет имеет умеренный характер ( $R^2=0,49$ ), в СФО и Новосибирской области — заметный ( $R^2=0,75$  и  $R^2=0,74$  соответственно), в Иркутской области — высокий ( $R^2=0,83$ ).

Изменения показателя первичной эндокринологической заболеваемости в Новосибирской области описываются уравнением полиномиальной регрессии  $y=0,144x^2-0,6055x+6,9214$  и согласно значению коэффициента аппроксимации ( $R^2=0,71$ ) свидетельствуют о высокой устойчивости выявленной тенденции. Построенная полиномиальная регрессионная модель первичной заболеваемости ( $y=-0,2543x^2+2,99x+2,1595$ ) гастритами и дуоденитами детского населения Иркутской области свидетельствует об увеличении распространенности указанных заболеваний, оцениваемом по шкале Чеддока как заметное ( $R^2=0,60$ ).

Проведенное исследование показало, что среди исследованных алиментарно-зависимых заболеваний тенденцию к росту в Иркутской и Новосибирской областях у детского населения 0–14 лет имеет ожирение. Кроме того, внимания заслуживают устойчивые тенденции к увеличению первичной эндокринологической заболеваемости в Новосибирской области и первичной заболеваемости гастритами и дуоденитами в Иркутской области. Полученные результаты свидетельствуют о необходимости совершенствования медико-профилактической деятельности, направленной на формирование здорового образа жизни и оптимизацию питания в детском возрасте.

Поступила 02.11.2020

## **ИТОГИ МОНИТОРИНГА И ОЦЕНКА ЭФФЕКТИВНОСТИ ОГРАНИЧИТЕЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИСПОЛЬЗОВАНИЮ УСТРОЙСТВ МОБИЛЬНОЙ СВЯЗИ В ОБЩЕОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ ОРГАНИЗАЦИЯХ**

*Новикова И.И., д.м.н., профессор, novik\_ir70@rambler.ru,  
Лобкис М.А., lobkis\_ma@niig.su*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия

Изучение особенностей влияния мобильных устройств связи на стереотипы поведения детей, коммуникации между детьми и взрослыми в настоящее время приобретает особую актуальность. Количество детей, активно использующих в своей повседневной жизни средства мобильной связи, во всем мире прогрессивно возрастает. По данным литературных источников, 69,6% школьников и 63,2% студентов считают сотовый телефон основным средством общения, 20,9% школьников и 11,4% студентов отдают приоритет чтению с экрана перед чтением с бумажного носителя, 33,9% и 27,0% соответственно не имеют сформированных предпочтений носителя информации. Почти половина опрошенных испытывают постоянную потребность в сети интернет [1, 2]. Учитывая отрицательные эффекты свободного использования смартфона в стенах общеобразовательных организаций и негативную тенденцию динамики школьных болезней за период обучения детей [3], в 2019 г. на федеральном уровне на контроль был поставлен вопрос об ограничении использования устройств мобильной связи в образовательных организациях Российской Федерации с целью профилактики нарушений здоровья обучающихся, повышения эффективности образовательного процесса.

В рамках актуализации существующих санитарно-гигиенических требований к использованию современных цифровых технологий в образовательном процессе и научного обоснования ранее

не изученных факторов риска, формирующихся в современных условиях обучения и воспитания, тремя ведомствами (Роспотребнадзор, Рособрнадзор и Министерство просвещения РФ) были подготовлены и утверждены методические рекомендации об использовании устройств мобильной связи в общеобразовательных организациях [4] и принято решение об организации мониторинга эффективности принятых мер. Система мониторинга эффективности исполнения предписанных рекомендаций по использованию мобильных устройств в общеобразовательных организациях предусматривала три этапа контроля — сбор информации о введенных локальных нормативных актах, анкетирование школьников, их родителей (законных представителей), педагогов и экспериментальный этап.

Цель настоящей работы заключается в оценке эффективности ограничительных мероприятий по использованию устройств мобильной связи в общеобразовательных организациях по итогам проведенных этапов мониторинга.

Сбор информации для первых двух этапов предусматривал анкетирование директоров образовательных организаций — 23 380 респондентов; педагогов, обучающихся и их родителей — 1 189 731 респондент с целью определения субъективной эффективности ограничений использования устройств мобильной связи в формате разработанного ФБУН «Новосибирский НИИ гигиены» Роспотребнадзора кросс-платформенного программного средства, позволяющего одновременно вводить информацию тысячам пользователей. Третий этап мониторинга предусматривал эксперимент, в ходе которого было проведено 1131 исследование с динамическим наблюдением 199 обучающихся в возрастной группе 12–16 лет в двух общеобразовательных организациях г. Новосибирска с разными условиями обучения. В группе наблюдения вводился запрет на использование смартфона во время урока и перемены, в группе контроля ограничения отсутствовали. Динамическое наблюдение предполагало использование стандартных тестов, характеризующих психоэмоциональное состояние, умственную работоспособность, оценку адаптационного потенциала и двигательной активности учащихся. Полученные данные по каждому блоку исследования были подвергнуты статистической обработке с использованием стандартных программ Microsoft Office Excel 2016 и STATISTICA 10 (разработчик StatSoft. Inc).

По итогам анализа информации, полученной в результате первого этапа мониторинга, установлено, что рекомендуемые методическими рекомендациями локальные нормативные акты, ограничивающие использование устройства мобильной связи, приняты в 82,7 % общеобразовательных организаций от всех школ, внесших мониторинговую информацию. Ограничения использования сотовых телефонов на уроках и переменах введены в 31,7 % организаций; только во время уроков — в 62,2 % организаций; ограничение только в снижении громкости звонка — в 6 %. По результатам социологического опроса, проведенного в рамках второго этапа «Мониторинга эффективности ограничительных мероприятий использования устройств мобильной связи», педагоги отметили ряд положительных моментов при ограничительных мероприятиях: повысилась внимательность обучающихся во время уроков (73,1 % респондентов), умственная работоспособность школьников (70,3 %), улучшились вербальные коммуникации между детьми и педагогами (51,4 %), уровень двигательной активности обучающихся во время перемен (59,0 %). Снизилась тревожность детей, обусловленная потерей телефона (69,6 %), ожиданием звонка или смс (79,7 %).

Третий этап мониторинга предусматривал динамическое наблюдение за обучающимися в разных условиях обучения в рамках естественного эксперимента. В соответствии с целью исследования были сформированы две экспериментальные площадки на базе образовательных организаций — группа наблюдения с режимом ограничения на использование детьми личных устройств мобильной связи в течение всего учебного дня и контрольная группа с отсутствием каких-либо ограничений на использование детьми мобильных устройств. Результат исследования умственной работоспособности обучающихся показал, что в группе наблюдения отмечались более высокие показатели удельного веса детей с высокой и хорошей работоспособностью по сравнению с контрольной группой (80,4 % против 72,4 % детей), меньшими темпами снижения показателей умственной работоспособности в течение учебного дня (3,1 % против 4,3 %). Исследование функционального состояния нервной системы 167 учащихся путем оценки мнемонических способностей школьников продемонстрировало более высокие показатели качества запоминания при тестировании долговременной памяти у детей, обучающихся в организации, которая ввела ограничения на использование устройств мобильной связи как во время уроков, так и во время перемен. Удельный вес детей с высокими показателями по группе наблюдения составил 35 % против 29 % обучающихся контрольной группы. Результаты исследований компенсаторно-приспособительных функций школьников показали, что активное использова-

ние устройств мобильной связи на фоне общей учебной загруженности и низкой двигательной активности создает дополнительную нагрузку на детский организм и способствует возникновению напряжения функциональных резервов систем адаптации. Так, в контрольной группе наблюдения из 180 учеников у 96 % величина адаптационного потенциала указала на срыв механизмов адаптации, тогда как в группе наблюдения из 155 обследованных не отмечено ни одного случая неудовлетворительной адаптации и стадии срыва механизмов адаптации, при этом у 98 % детей наблюдается удовлетворительная адаптация. Особое внимание во время эксперимента было уделено оценке двигательной активности обучающихся. Представители группы наблюдения во время перемен общались и перемещались по рекреации (92 % из 228 учеников), в контрольной группе только 32,5 % из 226 учеников перемещались по рекреации и 77,5 % просматривали информацию в телефонах в положении сидя, испытывая дополнительную нагрузку на органы зрения и слуха. Объективная оценка двигательной активности обучающихся в течение учебного дня выявила статистически значимые различия в показателях фиксируемых с помощью пульсометра энергозатрат, суммарно по группе наблюдения на 9,8 % превышавших аналогичные показатели по контрольной группе. Различия в показателях обусловлены двигательной активностью во время перемен ( $p \leq 0,05$ ).

Полученные результаты трех этапов мониторинга подтверждают значимость и эффективность вводимых ограничений на использование обучающимися в образовательных организациях личных устройств мобильной связи.

Поступила 09.11.2020

## СОВРЕМЕННЫЕ СРЕДСТВА ИНФОРМАТИЗАЦИИ В РЕЖИМЕ ДНЯ ШКОЛЬНИКОВ

*Полянская Ю. Н., deti@rspch.by,*

*Грекова Н. А., deti@rspch.by,*

*Карпович Н. В., deti@rspch.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Правильно организованный режим дня школьников включает следующие обязательные элементы: режим питания; пребывание на воздухе в течение дня; продолжительность и кратность сна; продолжительность занятий в учреждениях образования и дома; свободное время. В свободное время дети и подростки отдают предпочтение занятиям по выбору, основанному на собственных предпочтениях. Как правило, такие занятия проходят с интересом и увлечением. Однако глобальная информатизация, коренным образом изменившая в последние десятилетия структуру свободного времени современных детей, диктует необходимость регламентации отдельных видов досуговой деятельности школьников, связанных с использованием электронных устройств.

В рамках мониторинга использования технических средств информатизации современными школьниками проведено анкетирование учащихся общеобразовательных учреждений. На вопрос о частоте использования электронных средств в течение недели и продолжительности пользования ими в течение дня ответили 533 учащихся средней и старшей ступени обучения (262 мальчика и 271 девочка).

Установлено, что каждый день пользуются дома электронными устройствами (компьютером, ноутбуком, планшетом, электронной книгой) 42,8 % опрошенных. Причем количество школьников, ежедневно выбирающих такую форму досуга, с возрастом существенно не изменяется. Среди обучающихся на II ступени обучения 41,8 % школьников ежедневно в свободное время играют в компьютерные игры, смотрят видео, используя ноутбуки и планшеты; среди обучающихся на III ступени обучения увлеченных электронными устройствами школьников 46,9 %. Полученные данные могут свидетельствовать о том, что современные дети уже в раннем возрасте становятся активными пользователями электронных устройств и свой досуг все чаще проводят за играми, просмотром видео и общением со сверстниками в сети интернет. Причем на средней ступени обучения наблюдается тенденция к увеличению числа пользователей-мальчиков в сравнении с девочками (44,7 % и 39,0 % соответственно,  $t = 1,2$ ). В старших классах гендерных различий не выявлено: 46,5 % мальчиков

и 47,2% девочек ежедневно берут в руки электронные устройства для проведения своего досуга. Ожидаемо велика и продолжительность пользования электронными устройствами в течение дня. По результатам проведенного нами мониторинга почти каждый четвертый школьник (24,6%) пользуется компьютером, ноутбуком, планшетом, электронной книгой более 3 часов ежедневно. Причем количество мальчиков, длительно взаимодействующих с электронными устройствами, достоверно выше: 31,4% мальчиков в сравнении с 17,3% девочек ( $p < 0,05$ ).

Из полученных данных можно сделать вывод о том, что четверть учащихся более 12,0% суточного бюджета времени проводят в «цифровой среде». Уже доказано, что существует связь между здоровьем детей и режимом их дня (Сухарев А. Г.). Сокращение времени, отведенного на обязательные элементы в режиме дня, может отрицательно сказываться на состоянии здоровья детей и их физическом развитии. Поэтому необходимо не только регламентировать длительность применения технических средств обучения на уроках, но и лимитировать время использования электронных устройств детьми в свободное время.

Поступила 09.11.2020

## **ИЗБЫТОЧНАЯ МАССА ТЕЛА РОДИТЕЛЕЙ И НЕРАЦИОНАЛЬНОЕ ПИТАНИЕ КАК ФАКТОР РИСКА ИЗБЫТОЧНОГО ВЕСА У ДЕТЕЙ**

*Пряничникова Н.И., pryanichnikovani@ymrc.ru,  
Мажаева Т.В., к. м. н., mazhaeva@ymrc.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Россия

Проблема избыточного веса с каждым годом становится все актуальнее, особенно среди детского населения. Развитию ожирения способствуют различные факторы: неправильное питание, малоактивный образ жизни, наследственная предрасположенность, болезни нервной и эндокринной систем.

Целью нашей работы была оценка факторов риска избыточного веса детей в зависимости от индекса массы тела родителей и особенностей питания. В исследовании участвовали 5303 родителя, из них 2977 женщин и 2326 мужчин, а также дети школьного возраста в количестве 3369 человек. Для того чтобы проследить, насколько влияет избыточный вес родителей на возникновение избыточного веса у их детей, мы провели расчет отношения шансов и относительного риска для трех групп, распределенных по территориальному признаку: сельская местность, городская местность и административный центр области.

При оценке общей структуры всех исследуемых детей избыточный вес встречается у 16,1% учеников городов области, у 11,0% сельских школьников и у 6,6% учащихся из г. Екатеринбурга. Если рассматривать структуру избыточного веса в соответствии территориальной принадлежностью, то среди сельских детей избыточный вес имеют 38,6% школьников, 34,8% учеников городских школ и 25,9% учащихся г. Екатеринбурга.

Среди всех исследуемых родителей избыточный вес встречается у 25,3% жителей городов области, у 16,0% сельского населения и у 14,1% взрослых г. Екатеринбурга. В структуре по группированным территориям области избыточный вес выявлен у 60,1% сельских родителей, у 54,0% городских родителей и у 53,1% родителей из г. Екатеринбург. Из этих данных следует, что избыточный вес наиболее распространен среди жителей сельской местности.

При расчете шансов и относительного риска избыточного веса у детей от родителей с индексом массы тела (далее — ИМТ) больше 25 кг/м<sup>2</sup> мы сформулировали зависимость в отдельности у женщин и мужчин.

Так, оценка шансов показала, что вероятность встретить ребенка с избыточным весом от женщин с ИМТ больше нормы в г. Екатеринбург в 1,8 раза выше (CI 1,311–2,541), чем от женщин с нормальным весом. Показатель относительного риска свидетельствует о наличии прямой связи между избыточным весом у женщин и вероятностью развития избыточного веса у их ребенка в 1,4 раза

чаще ( $p < 0,05$ , CI 1,183–1,707), чем среди женщин с нормальным ИМТ. У мужчин с ИМТ  $\geq 25$  кг/м<sup>2</sup> шанс встретить ребенка с избыточным весом в 1,0 раза выше (CI 0,684–1,509), чем у мужчин с нормальным ИМТ. Показатель относительного риска свидетельствует о наличии прямой связи между мужчинами с избыточным ИМТ и вероятностью развития избыточного веса у их ребенка в 1,0 раза чаще (CI 0,896–1,126), чем среди мужчин с нормальным ИМТ.

Шанс встретить ребенка с избыточным весом у женщин с ИМТ больше нормы из других городов области в 2,2 раза выше (CI 1,733–2,747), чем среди женщин с нормальным ИМТ. Показатель относительного риска свидетельствует о наличии прямой связи между женщинами с избыточным весом и вероятностью развития избыточного веса у их ребенка в 1,5 раза чаще ( $p < 0,05$ , CI 1,349–1,709), чем среди женщин с нормальным ИМТ. У мужчин с ИМТ  $\geq 25$  кг/м<sup>2</sup> шанс встретить ребенка с избыточным весом в 1,6 раза выше (CI 1,211–2,132), чем среди мужчин с нормальным ИМТ. Показатель относительного риска свидетельствует о наличии прямой связи между мужчинами с избыточным весом и вероятностью развития избыточного веса у их ребенка в 1,2 раза чаще ( $p < 0,05$ , CI 1,065–1,253), чем среди мужчин с нормальным ИМТ.

Вероятность встретить ребенка с избыточным весом у женщин с ИМТ больше нормы из сельских территорий области в 1,4 раза выше (CI 1,043–1,855), чем среди женщин с нормальным ИМТ. Показатель относительного риска свидетельствует о наличии прямой связи между женщинами с избыточным весом и вероятностью развития избыточного веса у их ребенка в 1,2 раза чаще ( $p < 0,05$ , CI 1,021–1,309), чем среди женщин с нормальным ИМТ. У мужчин с ИМТ больше или равно 25 кг/м<sup>2</sup> шанс встретить ребенка с избыточным весом в 1,5 раза выше (CI 1,053–2,227), чем среди мужчин с нормальным ИМТ. Показатель относительного риска свидетельствует о наличии прямой связи между мужчинами с избыточным весом и вероятностью развития избыточного веса у их ребенка в 1,1 раза чаще ( $p < 0,05$ , CI 1,020–1,278), чем среди мужчин с нормальным ИМТ.

Помимо наследственного фактора выявлены нарушения при оценке питания детей, а именно: в своем питании примерно треть школьников 3–4 раза в неделю используют продукты с высоким содержанием простых углеводов и жиров, такие как сдобная выпечка, шоколад, сладкие напитки, колбасные изделия. Однако только у 21,0–53,0% учеников в питании ежедневно присутствуют мясные, молочные, злаковые, овощные блюда и фрукты; рыбные и творожные блюда встречаются в рационе питания раз в неделю у 39,8% и 36,4% школьников соответственно.

При оценке рациона детей в зависимости от места проживания выявлено, что потребление определенных продуктов имеет статистически значимые различия между школьниками из сельской и городской местности. Наибольшее количество сельских детей употребляют колбасные изделия ( $p = 0,000$ ), кетчуп ( $p = 0,000$ ), майонез ( $p = 0,000$ ), шоколадные изделия ( $p = 0,000$ ), сладкие напитки ( $p = 0,000$ ). В ежедневном рационе питания встречаются напитки с добавлением сахара у 31,0% детей из сельской местности, у 20,0% городских школьников и у 14,0% учащихся екатеринбургских школ; шоколадные изделия — у 23,0% сельских детей, у 15,0% и 12,0% школьников других городов области и из г. Екатеринбург соответственно. Также выявлено, что каждый день присутствует в питании майонез у 28,0% учеников из сельской местности, у 13,0% школьников городских школ и у 6,0% учащихся г. Екатеринбург, кетчуп — у 10,0% сельских школьников, у 6,0% учащихся городов и у 4,0% екатеринбургских детей, а газированные сладкие напитки ежедневно пьют 5,0% сельских детей, 3,0% городских школьников и 2,0% детей из г. Екатеринбург.

Таким образом, при оценке шансов и относительного риска избыточного веса у детей от родителей с ИМТ больше 25 кг/м<sup>2</sup> выявлена прямая связь с вероятностью развития избыточного веса у детей, особенно если избыточный вес имеет мать. Помимо этого у детей присутствует и фактор неправильного питания, что в совокупности усиливает воздействие наследственного нарушения метаболического статуса от родителей. При сравнении по территориальному признаку выявлено, что эти факторы наиболее выражены у жителей сельской местности области.

Поступила 06.11.2020

## РАСПРОСТРАНЕННОСТЬ ПОВЕДЕНЧЕСКИХ ФАКТОРОВ РИСКА НАРУШЕНИЙ ОСАНКИ СРЕДИ ПОДРОСТКОВ И МОЛОДЕЖИ

Самохина Н.В., *siamka\_flower@mail.ru*,

Кушнерук А.В., *kushnerukhv@mail.ru*

Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет»,  
г. Минск, Республика Беларусь

По данным Всемирной организации здравоохранения, 80 % населения имеют различные заболевания опорно-двигательного аппарата, которые занимают второе место среди причин инвалидности в мире. Среди лиц, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата, в том числе осанки, увеличивается распространенность нарушений функционирования и формирования патологии сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной систем и желудочно-кишечного тракта. Значительное влияние на формирование нарушений осанки оказывают неблагоприятные поведенческие факторы, количество которых возрастает по мере взросления. В связи с этим необходим дифференцированный подход к разработке программ профилактики формирования нарушений осанки в зависимости от возраста и ступени обучения.

С целью изучения распространенности поведенческих факторов риска нарушений осанки проведено анкетирование 120 учащихся государственного учреждения образования «Бобруйский государственный механико-технологический колледж» в возрасте 15–17 лет и 160 студентов учреждения образования «Белорусский государственный медицинский университет» в возрасте 18–24 лет.

По результатам исследования установлено, что 55 % опрошенных молодых людей и 46,7 % опрошенных подростков имеют нарушения осанки, при этом наличие сколиоза выявлено у трети студентов (31,48 %) и лишь у 5 % учащихся. Исследования показывают, что формирование нарушений осанки тесно связано с наличием нарушений зрения, которые сформированы более чем у половины респондентов университета и более чем у трети опрошенных колледжа.

На функциональное состояние костно-мышечной системы оказывают влияние характер и качество питания, определяющие достаточность поступления минеральных и органических веществ. Установлено, что 60 % опрошенных подростков питаются регулярно в отличие от молодых людей, среди которых только четверть контролируют регулярность приемов пищи. Большинство студентов и учащихся молоко и молочные продукты употребляют несколько раз в неделю, мясо и мясные продукты — ежедневно. При этом 1,2 % респондентов университета никогда не употребляют мясо и мясные продукты. Регулярно принимают витаминно-минеральные комплексы 26,3 % молодых людей и лишь каждый десятый подросток.

Гиподинамия, недостаточная физическая активность, преобладание статического компонента в образе жизни приводят к ослаблению мышц позвоночника, что, в свою очередь, способствует нарушению осанки. Большинство респондентов (72,7 % студентов и 50 % учащихся) ведут умеренно активный образ жизни. Более 2 часов в день работают за компьютером и проводят за просмотром телепередач 45,6 % молодых людей и 40,0 % подростков. Не занимаются спортом 48,1 % опрошенных студентов и 40 % опрошенных учащихся.

Организация образовательного процесса на разных ступенях в настоящее время характеризуется интенсификацией, несоответствием современных методик функциональному состоянию организма обучающихся, что может приводить к нарушениям опорно-двигательного аппарата. Большинство студентов (49,4 %) часто испытывают чувство усталости, большинство учащихся (36,7 %) — иногда. При этом редко чувствуют усталость 35 % подростков и лишь 5 % молодых людей. 33,13 % студентов и 70 % учащихся ощущают учебную перегрузку. С образовательным процессом неразрывно связан контроль за соблюдением правильной рабочей позы. Всегда за правильностью рабочей позы следят 3,4 % респондентов университета и 18,3 % опрошенных учащихся колледжа; не следят 21,6 % студентов и 11,7 % учащихся.

По результатам проведенного исследования установлено, что нарушения осанки распространены среди молодежи и подростков. Выявлены различия частоты встречаемости поведенческих факторов риска нарушения осанки среди студентов и учащихся. Полученные данные подтверждают необходимость разработки и реализации превентивных мероприятий, направленных на профилактику нарушений осанки и формирование здоровьесберегающего поведения с учетом возраста и ступени образования обучающихся.

Поступила 30.10.2020

## ОЦЕНКА АДАПТАЦИОННОГО ПОТЕНЦИАЛА ДЕТЕЙ, ЗАДЕЙСТВОВАНЫХ В ЛЕТНЕМ ОЗДОРОВИТЕЛЬНОМ ОТДЫХЕ

Юрк Д. Е., [yurk\\_de@niig.su](mailto:yurk_de@niig.su)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия

Постоянно растущее неблагоприятное влияние экологической ситуации, а также психоэмоциональной обстановки, стрессы, учебные перегрузки приводят к истощению и даже срыву адаптационных механизмов ребенка. Несмотря на значительный массив информации об оздоровительном воздействии летнего отдыха, вопрос о существовании отдаленных его эффектов и их качестве остается открытым. Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы может выступать ключевым индикатором реакции организма ребенка на участие в оздоровительном отдыхе. Цель работы — изучение отдаленных эффектов влияния летнего оздоровительного отдыха на функциональные адаптационные системы школьников.

Исследование проводилось методом естественного гигиенического эксперимента в условиях медицинских кабинетов на базе общеобразовательных организаций города Новосибирска в феврале-марте 2020 г., спустя полгода после окончания оздоровительного сезона 2019 г. Были обследованы 334 ученика 6, 7, 8 и 10 классов. Группа наблюдения включала 112 детей, которые были задействованы в организованном отдыхе в летний оздоровительный сезон 2019 г. (возрастной состав: 12 лет — 25, 13 лет — 37, 14 лет — 24, 15 лет — 9, 16 лет — 15, 17 лет — 2 человека). Группу сравнения составили 222 ребенка, которые все лето провели в городе, не выезжали на природу и не оздоравливались в организациях отдыха и оздоровления детей (возраст: 12 лет — 41, 13 лет — 52, 14 лет — 51, 15 лет — 13, 16 лет — 54, 17 лет — 11 человек). По полу группы распределились следующим образом: наблюдения — 50 мальчиков и 62 девочки; группа сравнения — 98 мальчиков и 124 девочки. Состав однороден по полу и возрасту ( $\chi^2 = 9,98$ ,  $p > 0,05$ ). Изучение функционального состояния сердечно-сосудистой системы проведено с использованием методики оценки адаптационного потенциала (далее — АП), предложенной Р. М. Баевским (1987). При расчете АП учитывались возраст, систолическое и диастолическое артериальное давление, частота сердечных сокращений, длина и масса тела. Критерии оценки состояния АП: менее 2,10 — достаточные функциональные возможности; 2,11–3,20 — функциональное напряжение; 3,21–4,30 — неудовлетворительная адаптация; более 4,30 — срыв адаптации. Частота сердечных сокращений была подсчитана с использованием пульсоксиметра. С помощью прибора InBody 770 определены длина (точность до 0,1 см) и масса (точность до 0,5 кг) тела. Статистическая обработка данных проведена с использованием программного пакета Statistica 10. Сравнение структуры изученных групп по уровню АП детей проведено по критерию  $\chi^2$ . Попарное сравнение частоты явления в группах, рассчитанной на 100 обследованных, проведено по t-критерию Стьюдента. Критерием статистической значимости различий принят уровень  $p < 0,05$ .

Величины АП находились в пределах от 1,5 до 4,5 балла. Средний АП в группе сравнения составил  $3,22 \pm 0,07$ , в группе наблюдения —  $2,87 \pm 0,1$  ( $p = 0,004$ ). По результатам оценки адаптационного потенциала было выявлено статистически значимое различие в распределении детей по уровню АП ( $\chi^2 = 8,0$ ,  $p = 0,005$ ). При попарном сравнении доля обследованных с достаточными функциональными возможностями составила в группе наблюдения  $57,1 \pm 1,1\%$ , в группе сравнения —  $40,1 \pm 1,1\%$  (различия значимы,  $p = 0,000$ ). Наиболее важно, что среди детей, не охваченных летним оздоровительным отдыхом,  $59,5 \pm 1,2\%$  имели АП  $> 3,21$ , а среди оздоровленных —  $42,9 \pm 1,1\%$  ( $p = 0,000$ ). Несмотря на выявленные случаи срыва адаптации в обеих группах, отметим, что проведенный летний оздоровительный отдых можно считать эффективным, так как удельный вес детей с удовлетворительной адаптацией выше в группе наблюдения на 14,6%.

Таким образом, определение адаптационного потенциала, включающего характеристики функционального состояния сердечно-сосудистой системы, для выявления компенсаторно-приспособительных возможностей детей позволило положительно оценить влияние организованного летнего отдыха на организм и выявить у большей части обследованных длительное сохранение оздоровительного эффекта.

Поступила 30.10.2020

## Раздел 5

# ГИГИЕНА ПИТАНИЯ. СТАТЬИ

### ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНОЙ ОБРАБОТКИ НА ПОКАЗАТЕЛИ КАЧЕСТВА И БЕЗОПАСНОСТИ НАТУРАЛЬНОГО МЕДА

Аллаярова Г.Р., к. б. н., *Guzel-all@mail.ru*,  
Афонькина С.Р., к. х. н.,  
Даукаев Р.А., к. б. н.,  
Зеленковская Е.Е.,  
Фазлыева А.С., *nytik-21@yandex.ru*,  
Курилов М.В.

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Основным медоносным растением лесов Республики Башкортостан является липа. Липовые леса в основном произрастают в Предуралье. Липовый сорт меда является одним из наиболее ценных и обладает отменными вкусовыми и полезными свойствами [1].

Если натуральный мед хранится с соблюдением необходимых условий, он содержит ферменты. Наиболее важным ферментом является амилаза (диастаза). По количественному содержанию диастазы можно контролировать качество меда. Диастазное число характеризует активность амилолитических ферментов меда. Оно выражается количеством кубических сантиметров раствора крахмала, которое разлагается за 1 ч амилолитическими ферментами, содержащимися в 1 г безводного вещества меда [2].

Диастазное число отражает биологическую активность меда как лечебного продукта, оказывающего содействие обменным процессам в организме. По диастазному числу можно судить о полезности и качестве меда: чем выше данный фермент, тем качественнее мед [3].

Диастазное число — очень изменчивый показатель, на который влияет множество факторов. Оно зависит от географических широт и погодных условий, времени сбора меда (весна, лето), вида медоноса, силы семьи и породы пчел, особенно зависит от времени и способа хранения меда, а также влажности и нагревания [4].

Мед подвергают нагреванию и фильтруют через сита для удаления механических примесей (песок, опилки, остатки пчел, кусочки воска и перги). С целью изменения товарного вида закристаллизовавшийся или расслаивающийся мед растапливают для облегчения фасовки в потребительскую тару малых объемов. Нагрев меда производят для купажирования из разных партий, а также для остановки брожения при высоком содержании воды [5].

При нагревании меда из глюкозы и фруктозы в кислых растворах сахаров образуется 5-гидроксиметилфурфураль (далее — ГМФ). Это вещество является потенциально опасным соединением и обладает генотоксическими, мутагенными и канцерогенными свойствами, накапливается в печени человека. По ГОСТ 19 792–2017 содержание массовой доли ГМФ не должно превышать 25 мг в 1 кг меда.

Цель работы — изучение влияния высокотемпературной обработки натурального меда на диастазное число и массовую долю ГМФ и зависимости данных показателей от времени нагрева.

Было проанализировано 58 образцов липового меда, произведенного на территории Республики Башкортостан (далее — РБ). Отбор проб осуществлялся на территории 12 районов республики.

Исследования проведены в аккредитованном Испытательном центре Федерального бюджетного учреждения науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека». Определение диастазного числа, массовой доли ГМФ и массовой доли влаги — выполнены по аттестованным методикам (ГОСТ 31 774–2012; 31 768–2012; 34 232–2017).

Статистические расчеты производили с помощью программного пакета IBM Statistics 21.0 (IBM, США). Полученные при анализе статистические данные обрабатывали с помощью t-критерия Стью-

дента. Проверку распределения на нормальность осуществляли с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Результаты анализа проб меда представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Средние результаты анализа по каждому району проб липового меда

Район РБ (количество проб)	Диастазное число, ед. Готе	Массовая доля влаги, %
Туймазинский (n = 3)	19,3	17,3
Кугарчинский (n = 5)	18,6	18,2
Бакалинский (n = 6)	19,8	17,2
Караидельский (n = 4)	31,0	17,2
Ермекеевский (n = 6)	28,4	19,4
Архангельский (n = 4)	22,8	20,0
Давлекановский (n = 6)	27,6	19,6
Бакалинский (n = 3)	23,7	15,8
Татышлинский (n = 5)	26,1	18,6
Кушнаренковский (n = 6)	23,9	18,1
Шаранский (n = 4)	25,5	14,8
Учалинский (n = 6)	19,6	16,8
Среднее значение	23,9	17,8

Массовая доля воды в данных образцах соответствует установленным нормам (не более 20 %) и находится в диапазоне от 14,8 до 20,0 %. Данный показатель определяет пригодность меда для длительного хранения и характеризует его зрелость.

Диастазное число в проанализированных пробах меда находится в пределах от 18,6 до 31,0 единиц Готе. Среднее значение диастазного числа составляет  $(23,9 \pm 0,9$  ед. Готе). Максимальное значение диастазного числа определено в пробах меда, отобранных в Караидельском районе — 31,0 ед. Готе.

Для всех образцов меда качественная реакция Селиванова на ГМФ была отрицательной (менее 25,0 мг/кг).

Таким образом, было установлено, что проанализированный мед соответствует требованиям нормативных документов по трем основным показателям.

Далее пробы меда были подвергнуты высокотемпературной обработке. Нагрев производился в лабораторной электропечи «SNOL 67/350» при температуре 80 °С в течение 3 часов до достижения жидкотекучего состояния.

После нагревания было выявлено снижение диастазного числа во всех пробах меда (менее 8 единиц Готе) (рисунок 1).

При сравнении диастазного числа в образцах меда до и после нагревания было выявлено, что среднее значение (23,9 единиц Готе) после нагревания значительно уменьшилось до (3,9 единиц Готе). Различия достигли уровня статистической значимости ( $t = 20,79$ ;  $p = 0,001$ ).

Для изучения зависимости диастазного числа и массовой доли ГМФ от времени нагревания был взят один образец меда. Было выявлено, что при нагревании в течение часа диастазное число снижается до 9,3; после 3 часов до 3,9 единиц Готе и после 5 часов полностью разрушается. Такой нагрев недопустим, так как это ведет к потере полезных свойств меда (рисунок 2).

Определение массовой доли ГМФ после нагрева меда проводили колориметрическим методом по Винклеру по ГОСТ 31 768–2012. После 2 часов высокотемпературной обработки содержание массовой доли ГМФ превышает предельно допустимый уровень (более 25 мг/кг). С увеличением времени нагревания значение массовой доли ГМФ тоже увеличивается. После 5 часов нагревания содержание массовой доли ГМФ составило 41,3 мг/кг.

Таким образом, по полученным результатам видно, что диастазное число и массовая доля ГМФ служат маркерами качества и безопасности меда. Данные показатели характеризуются чувствительностью к повышению температуры, что позволяет им быть индикаторами высокотемпературной обработки меда. По уровню массовой доли ГМФ можно установить мед, подвергавшийся нагреванию более 2 часов при 80 °С.

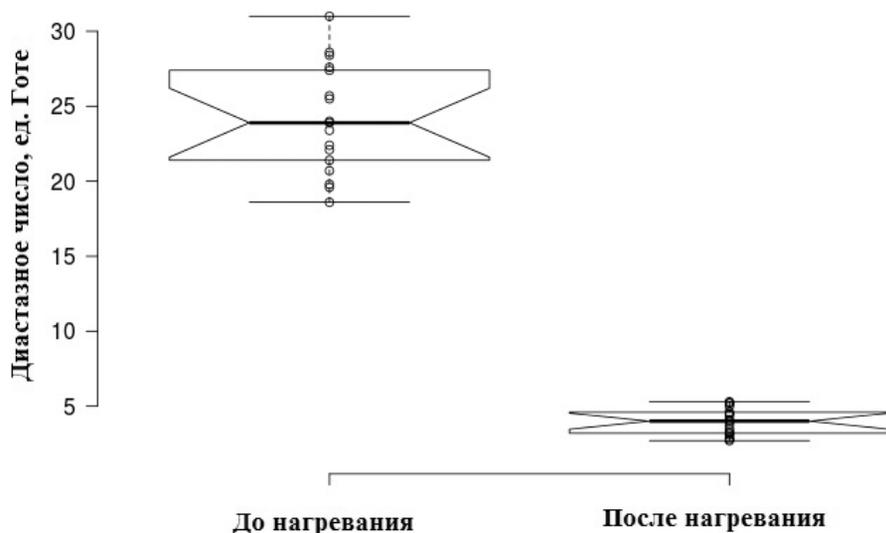


Рисунок 1. — Изменение диастазного числа меда при его высокотемпературной обработке

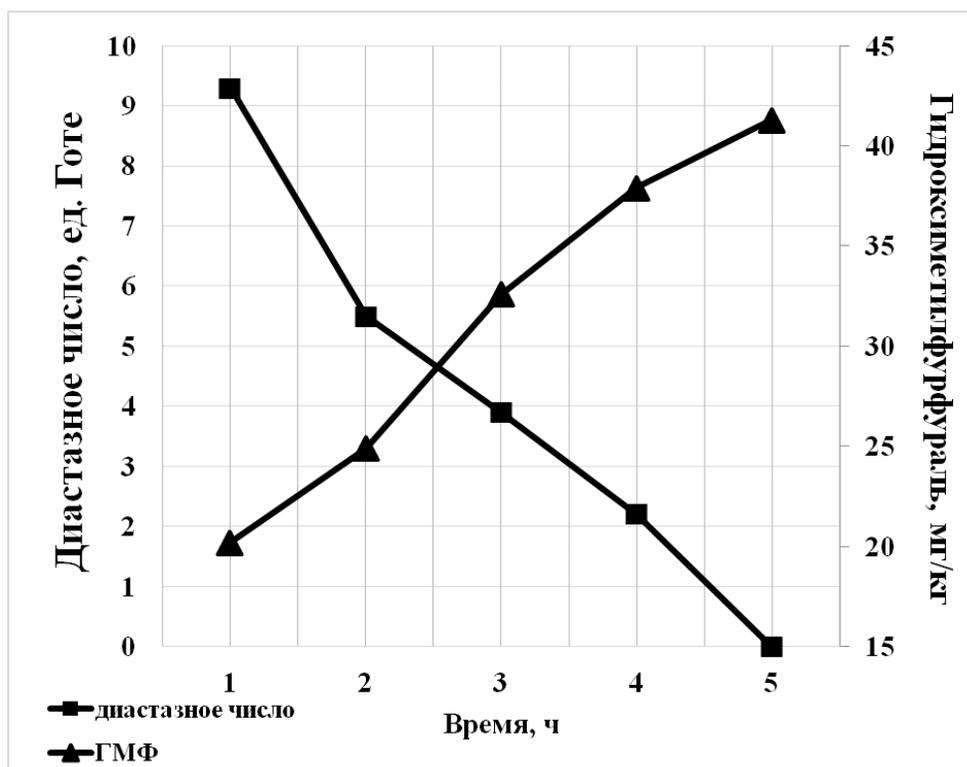


Рисунок 2. — Зависимость изменения диастазного числа и массовой доли 5-гидроксиметилфурфурала от времени нагревания образца меда при 80 °С

При реализации меда без информирования потребителя о проведении высокотемпературной обработки можно говорить о фальсификации натурального меда.

### Литература

1. Экспертиза продуктов пчеловодства. Качество и безопасность : учеб.-справ. пособие / Е.Б. Ивашевская [и др.]. — Новосибирск : Сиб. унив. изд-во, 2007. — 206 с.
2. ГОСТ 34 232–2017. Мед. Методы определения активности сахаразы, диастазного числа, нерастворимых веществ. — М.: Стандартиформ, 2017. — 22 с.

3. Гумеров, Т.Ю. Определение амилазной активности  $\alpha$ - и  $\beta$ -амилаз / Т.Ю. Гумеров, С.А. Федотов, З.Р. Фахразиева // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. — 2015. — № 12. — С. 1022–1027.

4. Дорошенко, А.А. Диагностическое число меда [Электронный ресурс] / А.А. Дорошенко // Блог о пчеловодстве Дорошенко А.А. — Режим доступа: <https://doroshenkoaa.ru/bestsennoe-zhidkoe-zoloto-med/diastaznoe-chislo-meda>. — Дата доступа: 13.10.2020.

5. Поляков, В.Ю. Установление термической обработки натурального пчелиного меда при его фальсификации / В.Ю. Поляков // Вестник Приамурского государственного университета им. Шолом-Алейхема. — 2014. — № 3. — С. 70–75.

Поступила 27.10.2020

## СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ УРОВНЕЙ ПОЛИЦИКЛИЧЕСКИХ АРОМАТИЧЕСКИХ УГЛЕВОДОРОДОВ В ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ, ИЗГОТОВЛЕННОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАЗЛИЧНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

Долгина Н.А., [dlginan@rambler.ru](mailto:dlginan@rambler.ru),  
Федоренко Е.В., к. м. н., доцент, [afedorenko71@mail.ru](mailto:afedorenko71@mail.ru),  
Лавринович Н.А., [pedchenki@mail.ru](mailto:pedchenki@mail.ru),  
Федорова Т.А., [tanya\\_fd\\_1977@mail.ru](mailto:tanya_fd_1977@mail.ru)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Одним из основных источников поступления полициклических ароматических углеводородов (далее — ПАУ) в организм человека являются пищевые продукты. Согласно классификации Международного агентства по изучению рака, бенз(а)пирен (далее — БП) относится к 1-й группе канцерогенных веществ для человека, а бенз(а)антрацен, хризен и бенз(б)флуорантен — ко 2В группе вероятно канцерогенных веществ. Проведенные эпидемиологические исследования показали, что ПАУ вносят существенный вклад в развитие ряда онкологических заболеваний, в том числе рака легких, кожи, молочной железы, дистальных отделов толстого кишечника и поджелудочной железы [1–3].

Контаминация пищевой продукции ПАУ возможна на различных этапах ее жизненного цикла: при получении продовольственного сырья, в процессе производства вследствие использования отдельных ингредиентов (например, копильных ароматизаторов) и в результате отдельных технологических процессов. На уровни обсуждаемых соединений влияют методы изготовления пищевых продуктов (копчение, сушка, жарка, грилирование, использование барбекю, копильных ароматизаторов). Содержание указанных веществ в продуктах также зависит от их химического состава, количества и качества вносимых ингредиентов, возможности загрязнения из объектов окружающей среды (питьевой воды и атмосферного воздуха). Поэтому уровень ПАУ в пище является в определенной степени регулируемым [1–3].

Одним из технологических процессов изготовления мясных, рыбных продуктов и сыра является копчение. Традиционные промышленные методы копчения, при которых дым от сгорания древесины вступает в непосредственный контакт с продуктами, могут привести к значительной контаминации пищевой продукции различными ПАУ, если процесс не контролируется должным образом. В качестве средств, заменяющих традиционное копчение, также используются копильные препараты. Данные ароматизаторы получают, пропуская дым через воду. Полученный раствор содержит ПАУ, однако в более низких концентрациях. Поэтому копильные ароматизаторы также могут являться дополнительным источником контаминации указанными соединениями пищевой продукции [1–3].

Таким образом, изучение уровней ПАУ в пищевой продукции, изготовленной с применением различных технологических процессов, актуально.

Целью данной работы является гигиеническая оценка уровней БП в пищевой продукции, изготовленной с применением традиционного копчения и копильных ароматизаторов.

Исследования выполнены в рамках научно-исследовательских работ «Комплексная оценка воздействия полиароматических углеводородов на организм человека с учетом алиментарного и ин-

галяционного путей поступления» (грант Белорусского республиканского фонда фундаментальных исследований № М19М-006) и «Разработать и внедрить методы оценки канцерогенного риска здоровью вследствие образования в процессе переработки пищевой продукции отдельных химических веществ (на примере полиароматических углеводородов и нитрозаминов)» (ОНТП «Здоровье и среда обитания»).

Для оценки влияния коптильных ароматизаторов на уровни обсуждаемых веществ в готовой пищевой продукции на основе собственных исследований и ретроспективных данных, полученных в лаборатории химии пищевых продуктов государственного предприятия «НПЦГ» за 2010–2020 гг., изучено содержание БП в 60 образцах копченой мясной продукции, изготовленной путем традиционного копчения и с применением коптильных ароматизаторов. Количественное определение БП выполнено в соответствии с СТБ ГОСТ Р 51 650–2001 «Продукты пищевые. Методы определения массовой доли бенз(а)пирена». Принцип данного метода заключается в поэтапном выделении из образцов пищевой продукции БП с его последующим количественным определением высокоэффективной жидкостной хроматографией.

Статистическая обработка полученных данных выполнена с использованием программы STATISTICA 12.0. Критерии Шапиро–Уилка и Колмогорова–Смирнова с поправкой Лиллиефорса использовались для оценки нормального распределения. Распределение данных считалось непараметрическим при уровне значимости  $p < 0,05$ . Гигиеническая характеристика содержания БП в копченой мясной продукции проведена с использованием медианы (Me), интерквантильного размаха [25 %; 75 %] и 95-го перцентиля (95P). Достоверность различий между уровнями контаминации указанным веществом мясопродуктов, полученных путем традиционного копчения, по отношению к изготовленным с использованием коптильных ароматизаторов определяли при  $p < 0,05$  по U-критерию Манна–Уитни.

Гигиенические нормативы применения коптильных ароматизаторов в числовом выражении не установлены. Рекомендации по их использованию определяются производителем. Результаты сравнительного анализа содержания БП в 60 образцах копченой мясной продукции, изготовленной путем традиционного копчения и с использованием коптильных ароматизаторов, представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Количественное содержание БП в копченой мясной продукции (мкг/кг)

Вид технологической обработки	N	Ниже предела количественного определения (%)	Минимальное — максимальное значения	(Me [25 %; 75 %])	95P
Традиционное копчение	30	4 (13,3)	0–0,39	(0,26 [0,13; 0,29])*	0,32
Копчение с использованием коптильных ароматизаторов	30	14 (46,7)	0–0,20	(0,10 [0; 0,10])	0,20
Всего	60		–		
*Статистически значимые различия между традиционным копчением и с использованием коптильных ароматизаторов ( $p < 0,05$ ).					

Гигиеническая оценка загрязнения копченой мясной продукции показала отсутствие превышения предельно допустимых концентраций ПАУ, установленных в Республике Беларусь [4] и Европейском союзе [5] во всех исследованных образцах пищевых продуктов.

Наибольшее количество образцов, содержание БП в которых было выше предела количественного определения, выявлено в мясопродуктах, изготовленных в традиционных коптильных камерах, — 26 образцов или 76,7 % соответственно. Средние уровни контаминации БП (по медиане) продукции, для которой применялись коптильные ароматизаторы, ниже (0,10 мкг/кг), чем при натуральном копчении (0,26 мкг/кг). Наиболее значимое, приближающееся к максимальному (95P), содержание обсуждаемого вещества достигало 0,32 мкг/кг в традиционно копченых мясопродуктах и 0,20 мкг/кг с применением коптильных ароматизаторов. Выявлены статистически значимые различия между уровнями контаминации указанным веществом мясных изделий, полученных путем традиционного копчения, по отношению к изготовленным с использованием коптильных ароматизаторов ( $U = 130,0$ ,  $Z = 4,72$ ,  $p < 0,05$ ).

Таким образом, медиана содержания БП составила 0,26 мкг/кг в традиционно копченых мясопродуктах и 0,10 мкг/кг с применением коптильных ароматизаторов. Наибольшие уровни (95P)

загрязнения обсуждаемым веществом достигали 0,32 мкг/кг при натуральном копчении и 0,20 мкг/кг в продукции, для которой применялись коптильные ароматизаторы. Превышения гигиенических нормативов не установлено. Меры по управлению риском здоровью, обусловленным контаминацией копченой пищевой продукции ПАУ, включают применение для ее изготовления коптильных ароматизаторов, которые позволяют снизить концентрацию обсуждаемых веществ в готовом продукте.

## Литература

1. Wenzl, T. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food and Feed / T. Wenzl, Z. Zelinkova // Encyclopedia of Food Chemistry. — 2019. — P. 455–469.
2. Polycyclic Aromatic Hydrocarbons in Food. Scientific Opinion of the Panel on Contaminants in the Food Chain [Electronic resource] / J. Alexander [et al.] // The EFSA Journal. — 2008. — № 724. — Mode of access: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.2903/j.efsa.2008.724/epdf>. — Date of access: 31.10.2020.
3. Manuscript to be submitted for publication in Food Control Monitoring and risk assessment of polycyclic aromatic hydrocarbons (PAHs) in processed foods and their raw materials / J. Lee [et al.] // Food Control. — 2018. — Vol. 92. — P. 286–292.
4. Показатели безопасности и безвредности для человека продовольственного сырья и пищевых продуктов [Электронный ресурс] : гигиен. норматив : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 21 июня 2013 г. № 52 / Респ. центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья. — 2013. — Режим доступа: [http://minzdrav.gov.by/upload/dadvfiles/000358\\_263484\\_PostMZ\\_N52\\_2013\\_GigNormatives.zip](http://minzdrav.gov.by/upload/dadvfiles/000358_263484_PostMZ_N52_2013_GigNormatives.zip). — Дата доступа: 31.10.2020.
5. Commission Regulation (EU) 835/2011 of 19 August 2011 amending Regulation (EC) No 1881/2006 as regards maximum levels for polycyclic aromatic hydrocarbons in foodstuffs [Electronic resource]. — Mode of access: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/PDF/?uri=CELEX:32002R0178&qid=%201429076106145>. — Date of access: 31.10.2020.

Поступила 29.11.2020

## ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ МАКРО- И МИКРОЭЛЕМЕНТОВ В ЧАЕ И ЧАЙНЫХ НАПИТКАХ МЕТОДОМ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ

*Дребенкова И. В., к. т. н., irina\_drebenkova@mail.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Одной из задач в области здорового питания населения является обеспечение поступления оптимального количества макро- и микроэлементов в организм человека, так как недостаток, избыток либо дисбаланс минеральных веществ приводит к возникновению различных патологических изменений или специфических заболеваний. Основными источниками обеспечения макро- и микроэлементами организма человека являются пищевые продукты растительного и животного происхождения и питьевая вода. Рациональное регулярное питание человека, обеспечивающее его необходимым количеством минеральных веществ, — важнейшее условие поддержания здоровья.

Одним из самых распространенных пищевых напитков является чай, содержащий целый ряд необходимых для организма человека микро- и макроэлементов, таких как калий, кальций, магний, марганец, фосфор, цинк, железо и другие. Этот напиток издавна применялся в качестве профилактического и лечебного средства при целом ряде заболеваний.

От качественного и количественного содержания макро- и микроэлементов в чае зависят и его потребительские характеристики. На рынок Республики Беларусь поступает широкий ассортимент различной степени ферментации чая и чайных напитков, содержащих в составе фруктовые и травяные компоненты.

Цель данной работы — исследовать макро- и микроэлементный состав чая и чайных напитков, поступающих в торговую сеть Республики Беларусь, для определения их качества.

Объектами исследования являлись 15 образцов чая и чайных напитков, употребляемых населением Республики Беларусь:

- чай черный байховый цейлонский;
- чай черный байховый мелкий с цедрой апельсина и ароматами бергамота и лимона;
- чай зеленый китайский мелкий;
- чай зеленый китайский мелкий с мятой, мелиссой, лимонником, цедрой апельсина и ароматом лимона;
- чай черный байховый мелкий с шиповником, яблоком, лепестками васильков и ароматом тропических фруктов;
- чай черный байховый мелкий с мятой, чабрецом и ароматом персика;
- чай травяной каркаде с шиповником, плодами и ароматом малины;
- чай травяной каркаде с земляникой, вишней, лепестками сафлора и ароматом вишни и миндаля»;
- напиток чайный «5 трав»;
- напиток чайный «Ромашка с шалфеем»;
- напиток чайный «Ромашка с мелиссой»;
- напиток чайный «Ромашка с мятой»;
- напиток чайный «Ромашка»;
- напиток чайный «Мята»;
- напиток чайный «Чабрец».

Для оценки качества исследуемых образцов чая и чайных напитков проведено определение содержания в них макроэлементов кальция, натрия, калия и микроэлемента железа.

Исследования проведены на базе лаборатории спектрометрических исследований Республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены».

Испытания проводили методом атомно-эмиссионной спектрометрии, отличающимся экспрессностью и хорошей воспроизводимостью. Для этой цели использовали современное высокоточное аналитическое оборудование — атомно-эмиссионный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой Ultima 2 (Horiba Jobin Yvon, Япония-Франция).

Минерализацию проб чая, необходимую для перевода химических элементов из связанного вида в удобную для ввода в спектрометр растворенную форму, проводили методом «мокрого озонения» с использованием системы микроволнового разложения Mars 5 (CEM Corporation, США).

Результаты исследования макро- и микроэлементов образцов чая и чайных напитков, употребляемых населением Республики Беларусь, представлены в таблице.

Таблица 1. — Содержание микро- и макроэлементов в чае и чайных напитках, употребляемых населением Республики Беларусь

Наименование	Содержание микро- и макроэлементов, мг/кг			
	кальций	железо	калий	натрий
Чай черный байховый цейлонский	3963,68	167,55	15 704,06	н. о.*
Чай черный байховый мелкий с цедрой апельсина и ароматами бергамота и лимона	4121,76	293,38	15 209,54	н. о.
Чай зеленый китайский мелкий	4626,62	410,51	15 193,33	39,82
Чай зеленый китайский мелкий с мятой, мелиссой, лимонником, цедрой апельсина и ароматом лимона	5874,55	586,03	16 683,97	740,63
Чай черный байховый мелкий с шиповником, яблоком, лепестками васильков и ароматом тропических фруктов	4571,07	271,86	15 676,11	н. о.
Чай черный байховый мелкий с мятой, чабрецом и ароматом персика	4491,04	264,72	15 475,76	40,33
Чай травяной каркаде с шиповником, плодами и ароматом малины	9447,07	847,15	12 088,71	107,03
Чай травяной каркаде с земляникой, вишней, лепестками сафлора и ароматом вишни и миндаля	10 336,42	923,39	13 110,00	152,75
Напиток чайный «5 трав»	9971,81	560,75	17 755,37	622,07

Наименование	Содержание микро- и макроэлементов, мг/кг			
	кальций	железо	калий	натрий
Напиток чайный «Ромашка с шалфеем»	9498,70	407,14	21 424,79	946,62
Напиток чайный «Ромашка с мелиссой»	9643,52	573,94	22 566,25	387,96
Напиток чайный «Ромашка с мятой»	9599,20	882,82	19 325,85	397,34
Напиток чайный «Ромашка»	7077,99	235,16	21 912,55	446,47
Напиток чайный «Мята»	13 786,97	2032,55	16 759,63	106,65
Напиток чайный «Чабрец»	14 298,67	1545,05	17 242,34	117,69
*«н. о.» — не обнаружено: меньше нижней границы диапазона измерений; в соответствии с методикой нижняя граница диапазона измерений натрия составляет 2,5 мг/кг.				

Оценка полученных результатов свидетельствует, что содержание железа в группе исследованных образцов чая находится в диапазоне 167,55–923,39 мг/кг, в группе чайных напитков — 235,16–2032,55 мг/кг.

Максимальное содержание железа обнаружено в чайном напитке «Мята» (2032,55 мг/кг), минимальное — в черном байховом цейлонском чае — 167,55 мг/кг (таблица).

Микроэлемент железо является жизненно необходимым элементом для организма. Оно входит в состав гемоглобина, протоплазмы всех клеток, цитохромов, участвующих в процессах тканевого дыхания. Общее содержание железа в организме человека составляет около 4,25 г. Из этого количества 57% находится в гемоглобине крови, 23% — в тканях и тканевых ферментах, остальные 20% депонированы в печени, селезенке, костном мозге и представляют собой «физиологический резерв» железа. Суточная потребность организма человека в железе составляет 20 мг [1].

Дефицит железа — одна из самых распространенных форм гипомикроэлементозов человека. Он вызывает нарушение образования эритроцитов, усталость в течение всего дня и частые ночные пробуждения, увеличение риска инфекционных заболеваний, анемию, неестественную бледность кожи, общее ухудшение самочувствия, ломкость волос и ногтей, частые головные боли, раздражительность, поверхностное и учащенное дыхание, нарушение роста, желудочно-кишечные заболевания, запоры и трещины в уголках рта. Избыток железа в организме может привести к дефициту меди, цинка, хрома и кальция, а также к избытку кобальта [2].

Проведенными испытаниями установлено, что содержание кальция в группе исследованных образцов чая находится в диапазоне 3963,68–10 336,42 мг/кг; в группе чайных напитков — 7077,99–14 298,67 мг/кг.

Максимальное количество кальция содержится в чайном напитке «Чабрец» 14 298,67 мг/кг, минимальное — в черном байховом цейлонском чае — 3963,68 мг/кг.

Кальций является одним из самых значимых элементов в человеческом организме. Он участвует во многих физиологических и биохимических процессах, таких как поддержание целостности и проницаемости цитоплазматических мембран, регуляция синаптической передачи, в процессах нервно-мышечной проводимости, мышечного возбуждения и сокращения, в поддержании тонуса парасимпатической, симпатической и центральной нервной системы, регуляции ряда гормональных механизмов, контроле и активации ферментативных процессов, регенерации костной ткани, процессах свертываемости крови, во взаимодействии типа клетка — клетка, где кальций выступает биологическим сигнализатором, информационной молекулой для многих процессов [3].

Недостаточное потребление кальция, особенно в сочетании с дефицитом витаминов D, C и группы B, необходимых для его усвоения, резко повышает риск и тяжесть рахитических изменений, препятствует достижению оптимальной массы и плотности скелета в юношеском возрасте, что предопределяет последующее развитие остеопороза во взрослом и пожилом состоянии [4].

Оценкой содержания натрия в объектах испытания показано, что в группе образцов чая этот элемент находится в диапазоне от менее 5,0 до 740,63 мг/кг, в группе чайных напитков — 106,65–946,62 мг/кг. Максимальное количество натрия находится в напитке чайном «Ромашка с шалфеем» — 946,62 мг/кг. Следует отметить, что в трех из представленных образцов чая натрий не обнаружен при чувствительности используемого метода.

Природное содержание натрия в пищевых продуктах незначительно. В основном он поступает в организм за счет добавляемого в пищу хлорида натрия. Для взрослых людей потребление хлорида натрия должно составлять не более 5 г в сутки. Во время тяжелых физических нагрузок, в условиях жар-

кого климата, при усиленном потоотделении потребность в натрии повышается (иногда в два раза). Избыточное потребление хлорида натрия увеличивает нагрузку на сердце и почки, предрасполагает к развитию в дальнейшем сердечно-сосудистых нарушений, гипертензии, рака прямой кишки [5].

Полученные данные свидетельствуют о большом содержании в исследуемых объектах макроэлемента калия — в диапазоне 12 088,71–22 566,25 мг/кг. Причем в группе образцов чая содержание данного элемента находится в интервале 12 088,71–16 683,97 мг/кг, в чайных напитках — в 1,4 раза выше (16 759,63–22 566,25 мг/кг).

Макроэлемент калий является очень важным химическим элементом, необходимым для нормального обеспечения многих физиологических реакций в организме человека. Суточная потребность взрослых людей в калии составляет 3500 мг. Калий обеспечивает нормальную работу сердечно-сосудистой системы, регулируя артериальное давление и сердечный ритм, участвует в процессах мышечного сокращения и расслабления, обеспечивает прохождение импульсов в нервных волокнах, регулирует распределение жидкости в организме. Нехватка калия в организме приводит к дисфункциям почек и надпочечников, нарушению сердечного ритма и обменных процессов в миокарде, быстрой утомляемости, физическому и эмоциональному истощению, провоцирует возникновение эрозии в слизистых оболочках, снижает скорость заживления ран [5].

Полученные результаты доказывают, что чай и чайные напитки, употребляемые населением Республики Беларусь, могут быть источниками макро- и микроэлементов кальция, калия и железа. Приведенные данные свидетельствуют о значительных отличиях в уровнях содержания макро- и микроэлементов в товарных образцах чая и чайных напитков. Установленные значения содержания макро- и микроэлементов в чае и чайных напитках могут служить справочным материалом для дальнейших исследований продуктов питания такого рода.

## Литература

1. Кирсанова, Л. Сбалансированное питание : для беременных и кормящих / Л. Кирсанова. — М. : Центрполиграф, 2008. — 155 с.
2. Лукина, Е. А. Метаболизм железа в норме и при патологии / Е. А. Лукина, А. В. Деженкова // Клиническая онкогематология. — 2015. — Т. 8, № 4. — С. 355–361.
3. Квашнина, Л. В. Кальций и его значение для растущего организма / Л. В. Квашнина // Современная педиатрия. — 2003. — № 2. — С. 68–70.
4. Рычкова, Т. А. Возрастные аспекты кальциевого гомеостаза / Т. А. Рычкова, Л. П. Черепанина // Здоровье ребенка. — 2010. — № 4. — С. 95–98.
5. Лысков, Ю. А. Основы нутрициологии. Ч. 3. Макро-, микроэлементы и здоровье / Ю. А. Лысков, П. В. Дружинин, Л. Ф. Новиков. — М. : Nature's Sunshine Products, 2006. — 52 с.

Поступила 04.11.2020

## СОВРЕМЕННЫЕ ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ФАКТИЧЕСКОГО ПИТАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

<sup>1</sup> Истомин А. В., д. м. н., профессор, [erisman-istomin@yandex.ru](mailto:erisman-istomin@yandex.ru),

<sup>2</sup> Сааркoppel Л. М., д. м. н., профессор, [lmsaarkoppel@yandex.ru](mailto:lmsaarkoppel@yandex.ru)

<sup>1</sup> Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия;

<sup>2</sup> Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова», г. Москва, Россия

Согласно современным научным представлениям, состав пищи и характер питания влияют на многие важнейшие биологические характеристики организма, включая продолжительность жизни, старение, время оптимального функционирования его физиологических систем. Нарушение структуры питания является главным фактором, наносящим непоправимый урон здоровью человека, на несколько порядков больший, чем экологическая загрязненность и психосоциальные стрессы вместе взятые [1].

Вместе с тем анализ литературных данных и официальные материалы Федеральной службы государственной статистики Российской Федерации, характеризующие уровень и структуру потребления основных продуктов питания населением, показывают, что в конце 1990-х гг. пищевой статус населения России оценивался как способствующий развитию хронических сердечно-сосудистых заболеваний и злокачественных новообразований из-за высокой распространенности избыточной массы тела и ожирения, а также низкой обеспеченности витаминами-антиоксидантами. Наиболее значимыми нарушениями также являлись недостаточность витаминов среди всех групп населения и низкие уровни обеспеченности железом молодых женщин и беременных.

Структуру питания населения в указанный период отличало существенное снижение потребления животного белка. Низкий уровень потребления овощей и фруктов стал причиной недостатка в рационах ряда витаминов и пищевых волокон [4].

Например, питание сельского населения Сибири характеризовалось недостаточным потреблением молочных продуктов (включая творог, сметану, сыр и др.) у 57% населения, рыбы и продуктов моря — у 37,5% населения (по данным индивидуальной оценки суточного набора пищевых продуктов). Суточное потребление пищевых жиров превышало рекомендуемые величины в среднем в 1,3 раза. Углеводы в рационе питания сельского населения Сибири были представлены в основном группой хлебных продуктов (43,8%), а также кондитерскими изделиями и сахаром (21,8%), зерновыми продуктами (18,2%), и лишь на 11,2% — углеводами овощей, фруктов, плодов и соков.

Имевшийся дисбаланс в структуре питания населения России вызвал необходимость принятия мер на государственном уровне, направленных на повышение продовольственной безопасности страны и обеспечение населения качественными пищевыми продуктами. В качестве основных неотложных мер предусматривались: улучшение структуры питания населения за счет увеличения доли продуктов массового потребления с высокой пищевой и биологической ценностью; улучшение структуры потребления пищевых продуктов; реализация в субъектах Российской Федерации программ по преодолению дефицита основных пищевых веществ и продуктов.

В целях информированности населения о здоровом питании, возможности использования научных данных гражданами при формировании индивидуальных рационов питания Минздравсоцразвития России издан приказ от 02.08.2010 № 593н «Об утверждении рекомендаций по рациональным нормам потребления пищевых продуктов, отвечающим современным требованиям здорового питания».

Тем не менее, анализ показателей фактического питания населения Российской Федерации в динамике за 2008–2018 гг. показал, что по прошествии нескольких лет после разработки этих рекомендаций и принимаемых государством мер по укреплению здоровья населения, профилактике неинфекционных заболеваний, обусловленных недостатком микронутриентов, качество рационов питания (фактического потребления населением пищевых продуктов) продолжают характеризовать общие для подавляющего большинства регионов проблемы, связанные с недостаточным поступлением с пищей в организм человека жизненно важных макро- и микроэлементов и избыточным — простых углеводов (рисунок 1).



**Рисунок 1. — Усредненные показатели фактического питания населения Российской Федерации за период 2008–2018 гг. (% от нормы потребления)**

Прежде всего обращает на себя внимание дефицит потребления населением России фруктов (в среднем 49,9%), овощей и бахчевых (27,1%), а также молока и молочных продуктов (26,6%).

При этом в динамике 10 лет относительно стабильным оставалось повышенное потребление хлеба (120,8–125,0% от нормы), сахара и кондитерских изделий (162,5–166,7%). Без значимой динамики остается потребление овощей и бахчевых (70,0–76,4%), фруктов и ягод (53,0–61,0%), молока и молочных продуктов (70,5–75,7%). Прослеживается четкая тенденция к снижению потребления населением картофеля со 117,8% в 2008 г. до 98,9% в 2018 г. и некоторая тенденция к повышению потребления мяса и мясных продуктов (с 90,4% в 2008 г. до 102,7% в 2018 г.), яиц (со 101,2% до 112,0%), растительных жиров (со 105,8% до 116,7%).

Таким образом, анализ литературных и статистических данных позволяет сделать заключение о существенных нарушениях структуры и качества питания населения Российской Федерации, характеризующихся преимущественно «углеводной» моделью построения рационов, дефицитом эссенциальных белков, большинства витаминов и минеральных веществ.

В заключение следует отметить, что в целом решение проблемы укрепления здоровья, снижения распространенности алиментарно-зависимых заболеваний, увеличения ожидаемой продолжительности и повышения качества жизни населения России должно базироваться на комплексной гигиенической модели оптимизации питания, его персонализации и обеспечении безопасности [2].

Крайне важными элементами модели являются коррекция структуры питания, повышение резистентности организма, нормализация обмена веществ, антиоксидантная профилактика, освоение предприятиями пищевой промышленности новых технологий, ориентированных на максимальное сохранение пищевой ценности продуктов, обеспечение населения специализированными продуктами профилактического назначения и обогащенного состава, проведение целенаправленной витаминизации, осуществление системного обучения принципам сбалансированного питания и гигиенического воспитания [3].

Среди мер по повышению уровня обеспечения продовольствием населения регионов Российской Федерации следует назвать развитие собственного агропромышленного комплекса. При этом объем и структура производства местных продуктов питания должны рационально сочетаться с завозом продукции из других регионов страны и ликвидировать зависимость от импортного продовольствия.

## Литература

1. *Истомин, А. В.* Концепция государственной политики в области здорового питания: региональные гигиенические модели алиментарной профилактики / А. В. Истомин // Санитарный врач. — 2006. — № 4. — С. 40–41.
2. *Истомин, А. В.* Современные вопросы гигиенической безопасности и качества питания населения / А. В. Истомин, О. С. Литвинова // Здоровье населения и среда обитания. — 2015. — № 3. — С. 18–22.
3. *Коденцова, В. М.* Обогащение продуктов витаминами: медико-социальный и экономический аспекты / В. М. Коденцова, Д. В. Рисник, Д. Б. Никитюк // Пищевая промышленность. — 2017. — № 9. — С. 18–21.
4. *Литвинова, О. С.* Структура питания населения Российской Федерации. Гигиеническая оценка / О. С. Литвинова // Здоровье населения и среда обитания. — 2016. — № 5. — С. 11–14.

Поступила 01.11.2020

## КРИТЕРИИ И ПОДХОДЫ К ГИГИЕНИЧЕСКОЙ ОЦЕНКЕ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННОЙ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

*Кедрова И.И., к. м. н., kedrovai7@mail.ru,  
Дурманова С.А., workonly2@yandex.ru,  
Федоренко Е.В., к. м. н., доцент, afedorenko71@mail.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Специализированная пищевая продукция (далее — СПП) занимает особое место среди различных групп пищевых продуктов.

СПП должна отвечать следующим критериям (одному или нескольким) [1]:

- установлены требования к содержанию и (или) соотношению отдельных веществ или всех веществ и компонентов;
- изменено содержание и (или) соотношение отдельных веществ относительно естественного их содержания в такой пищевой продукции;
- в состав включены не присутствующие изначально вещества или компоненты (кроме пищевых добавок и ароматизаторов);
- изготовителем заявлено об их лечебных и (или) профилактических свойствах;
- определены цели безопасного употребления отдельными категориями людей.

СПП включает пищевую продукцию для детского питания, пищевую продукцию для диетического лечебного и диетического профилактического питания, пищевую продукцию для питания спортсменов, беременных и кормящих женщин, биологически активные добавки к пище (далее — БАД) [1].

Поскольку СПП предназначены для категорий лиц, имеющих особые потребности в пищевых веществах, компонентах, энергии, с учетом определенных физико-химических свойств и других характеристик продуктов, то к ним, по сравнению с продуктами общего назначения, предъявляются дополнительные требования, помимо установленных техническими регламентами Таможенного союза (далее — ТС) / Евразийского экономического союза (далее — ЕАЭС) требований безопасности: максимально допустимых уровней содержания контаминантов (например, токсичных элементов, микотоксинов, пестицидов, антибиотиков, радионуклидов), пищевых добавок, микробиологических показателей и других.

Для отдельных категорий СПП установлены критерии по содержанию пищевых и биологически активных веществ, ограничения по формам минеральных веществ и витаминов, допускаемых для использования при их производстве.

В наибольшей степени в технических регламентах ТС/ЕАЭС детализированы требования к пищевой продукции для детского питания, особенно для детей раннего возраста. Безопасность пищевой продукции для детей включает не только более жесткие (более низкие) уровни допустимого присутствия контаминантов, микроорганизмов, но и дополнительные ограничения по видам продовольственного сырья и компонентов, в том числе пищевых добавок, лекарственных растений, исключение использования трансгенных источников.

Поскольку пищевая продукция для детского питания должна отвечать «соответствующим физиологическим потребностям детского организма и не причинять вред здоровью ребенка соответствующего возраста» [1], показатели пищевой ценности этой продукции по своей значимости могут быть приравнены к показателям безопасности.

Адекватность нутриентного состава продукта физиологической потребности организма ребенка в энергии и пищевых веществах, сбалансированность пищевых веществ являются одними из важнейших критериев для его отнесения к пищевой продукции для детского питания. В отношении различных видов продуктов для питания детей раннего возраста установлены требования к содержанию макро- и микронутриентов, физико-химическим показателям (например, кислотности, осмольности).

Соответствие пищевой продукции установленным с учетом возрастной адресованности требованиям и ограничениям в части использованного продовольственного сырья, компонентного состава, пищевой ценности, физико-химических характеристик, показателей безопасности дает основу для ее позиционирования в качестве продукта для детского питания.

Основные критерии позиционирования продуктов как СПП для диетического лечебного и диетического профилактического питания изложены в положениях технического регламента Таможенного союза «О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания» (ТР ТС 027/2012), согласно которым пищевая продукция диетического лечебного и диетического профилактического питания должна удовлетворять физиологическим потребностям организма человека в необходимых пищевых веществах и энергии с учетом факторов риска и патогенеза заболеваний, соответствовать установленным гигиеническим требованиям по допустимому содержанию контаминантов, биологически активных веществ и соединений, микроорганизмов и других биологических организмов, представляющих опасность для здоровья нынешнего и будущих поколений [2].

Показатели пищевой и энергетической ценности СПП для диетического лечебного и диетического профилактического питания могут варьировать в широком диапазоне в зависимости от назначения продукта. Для отдельных групп пищевой продукции в законодательстве определены уровни специфических показателей, соответствие которым является основным критерием их отнесения к СПП диетического лечебного и диетического профилактического питания. Это относится, например, к продуктам «без глютена» (содержание глютена не более 20 мг/кг готовой для употребления продукции), «без лактозы» (содержание лактозы не более 0,1 г/л) или с низким содержанием данных веществ [2].

По существу, такие обозначения на маркировке могут рассматриваться как информация об отличительных признаках пищевой продукции, которая должна подтверждаться доказательствами: в данных случаях результатами лабораторных испытаний уровней содержания соответствующих веществ в продуктах [3].

Если такие продукты позиционируются как СПП диетического лечебного и диетического профилактического питания, предназначенные для лиц с непереносимостью глютена, лактозы, помимо подтверждения соответствия регламентируемым уровням содержания указанных веществ должна проводиться всесторонняя оценка продуктов. В частности, в составе СПП диетического лечебного и диетического профилактического питания целесообразно ограничивать использование пищевых добавок и ароматизаторов, минимизировать содержание сахаров, соли, насыщенных жиров, транс-изомеров жирных кислот.

В действующей редакции ТР ТС 027/2012 для пищевой продукции диабетического питания предусмотрено отсутствие или сниженное содержание легкоусвояемых углеводов относительно их содержания в аналогичной пищевой продукции и (или) изменение углеводного состава. Отсутствие при этом количественных критериев нередко побуждает изготовителей к позиционированию продуктов как предназначенных для лиц с сахарным диабетом.

Для исключения необоснованного отнесения продуктов к категории предназначенных для больных сахарным диабетом в разрабатываемых изменениях в ТР ТС 027/2012 рассматривается вопрос о необходимости доказательства эффективности таких продуктов.

Поскольку пищевая продукция диетического лечебного и диетического профилактического питания должна не только удовлетворять физиологическим потребностям организма человека в необходимых пищевых веществах и энергии, но и учитывать факторы риска и патогенез заболеваний, подтверждение эффективности, проведение доклинических и клинических исследований для значительной части СПП является необходимым этапом ее разработки. При этом результаты доклинических исследований (в экспериментах на лабораторных животных) не могут быть экстраполированы непосредственно на человека, но могут рассматриваться в качестве поддержки доказательств, полученных в рандомизированных клинических исследованиях.

Анализ подходов к гигиенической оценке СПП в странах ЕАЭС показывает, что в Российской Федерации принят ряд документов, определяющих порядок проведения исследований эффективности специализированной диетической лечебной и диетической профилактической пищевой продукции [4], порядок оценки клинической эффективности специализированных диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов, специализированных пищевых продуктов для детей, беременных и кормящих женщин, биологически активных добавок к пище [5]. В указанных документах изложены классификации диетических лечебных и диетических профилактических продуктов, порядок и требования к проведению клинических исследований, критерии оценки эффективности отдельных категорий СПП [4, 5].

Критерии оценки эффективности СПП включают (помимо соответствия продукта требованиям безопасности, соответствия компонентного состава, пищевой и энергетической ценности и других характеристик требованиям, обусловленным возрастными, физиологическими особен-

ностями организма, нарушениями функции органов и систем и другими) подтверждение положительного влияния продукта на функционирование органов и систем, полученное в рандомизированных клинических исследованиях, на основе оценки динамики клинических показателей, специальных функциональных тестов, биохимических, микробиологических, иммунологических и других показателей. Критерии оценки конкретного специализированного пищевого продукта определяются целями и задачами исследования, предполагаемыми эффектами и другими значимыми факторами.

Для выработки общих подходов специалистов организаций здравоохранения при рассмотрении материалов, представляемых в качестве подтверждения эффективности СПП, разработана инструкция по применению № 021–1118 «Методы оценки эффективности специализированной пищевой продукции» (утверждена заместителем Министра здравоохранения — Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 23.04.2019). Инструкция предназначена для врачей-гигиенистов, иных специалистов, осуществляющих государственный санитарный надзор (в том числе в рамках государственной регистрации СПП, при рассмотрении технических условий на СПП), иных специалистов организаций здравоохранения, участвующих в оценке специализированной пищевой продукции. Указанный методический документ является основой для проведения экспертизы и принятия решения в рамках деятельности коллегиального органа Министерства здравоохранения Республики Беларусь — комиссии по рассмотрению документов о согласовании надписей на маркировке пищевых продуктов, содержащих информацию о специальных питательных свойствах, лечебном, диетическом или профилактическом назначении пищевых продуктов, о показаниях и противопоказаниях к применению отдельными возрастными группами, а также при отдельных видах заболеваний (за исключением минеральных вод).

## Литература

1. ТР ТС 021/2011. О безопасности пищевой продукции : технический регламент Таможенного союза : утв. решением Комиссии Таможенного союза 09.12.2011 № 880. — М., 2011. — 242 с.
2. ТР ТС 027/2012. О безопасности отдельных видов специализированной пищевой продукции, в том числе диетического лечебного и диетического профилактического питания : технический регламент Таможенного союза: принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии 15.06.2012 № 34. — М., 2012. — 26 с.
3. ТР ТС 022/2011. Пищевая продукция в части ее маркировки: технический регламент Таможенного союза : утв. решением Комиссии Таможенного союза 09.12.2011 № 881. — М., 2011. — 29 с.
4. Порядок проведения исследований эффективности специализированной диетической лечебной и диетической профилактической пищевой продукции [Электронный ресурс]: метод. указ. : письмо М-ва здравоохранения Российской Федерации 1 сентября 2016 г. № 28–1/2406. — Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/456019971>. — Дата доступа: 25.05.2018.
5. Порядок оценки клинической эффективности специализированных диетических (лечебных и профилактических) пищевых продуктов, специализированных пищевых продуктов для детей, беременных и кормящих женщин, биологически активных добавок к пище (диетических добавок) : метод. рек. : утв. Председателем профильной комиссии по «диетологии» экспертного совета в сфере здравоохранения М-ва здравоохранения Российской Федерации, гл. внештатным специалистом диетологом Минздрава России, академиком РАМН В.А. Тутельяном 22 ноября 2012 г. — М., 2012. — 28 с.

Поступила 15.11.2020

## АНАЛИЗ ЧАСТОТЫ ПОТРЕБЛЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ ГРУПП ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ У ДЕТЕЙ 3–13 ЛЕТ

*Кешабянц Э.Э., к.м.н., evk1410@mail.ru,  
Денисова Н.Н., к.м.н., denisova-55@yandex.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Питание является одним из важнейших факторов, опосредующих связь человека с окружающей средой. Здоровое питание создает условия для нормального физического и умственного развития детей, оказывает существенное влияние на возможность противостоять воздействию неблагоприятных факторов окружающей среды физической, химической и биологической природы. Нарушение питания является одной из основных причин развития наиболее распространенных неинфекционных заболеваний, в том числе сердечно-сосудистых, онкологических, ожирения, сахарного диабета и других, являющихся причинами высокой смертности населения в России [1]. Правильное питание детей и подростков имеет медицинское значение не только как фактор сохранения здоровья и развития ребенка, но и как фактор, определяющий здоровье будущих поколений.

Анализ фактического питания детей проведен на основе данных, полученных Федеральной службой государственной статистики в 2013 и 2018 гг. Выборочное наблюдение рациона питания населения осуществлялось на основе обследования всех членов домашних хозяйств, включая детей, по месту их проживания в составе отобранного для наблюдения домохозяйства.

Анализ частоты потребления различных групп продуктов детьми в 2018 г. показал, что доля детей, регулярно (ежедневно или несколько раз в неделю) потребляющих крупы и макаронные изделия, составляла 94,5 %, свежие овощи — 81,2 %, свежие фрукты — 86,1 %, мясо — 77,8 %, рыбу — 41,7 %, молоко и кисломолочные продукты — 87,4 %, сливочное масло — 81,1 %, растительное масло — 83,1 %, сыр — 58,9 %, творог — 64,7 %, яйца — 72,4 %, сухофрукты и орехи — 12,1 % [2].

Отмечается, что значительная доля детей регулярно потребляла пищевые продукты, не рекомендованные для частого употребления в детском возрасте: сосиски и колбасы — 46 %, майонез и заправки на его основе — 24,4 %, торты и пирожные — 14,3 %, шоколад и конфеты — 49,3 %, сладкие газированные напитки — 13,9 %, картофельные чипсы и сухарики — 7,9 %, что может негативно влиять на их здоровье и физическое развитие.

При анализе частоты потребления основных групп пищевых продуктов детьми в возрасте 3–13 лет в 2013 и 2018 гг. выявлена разница в доле детей, регулярно (ежедневно или несколько раз в неделю) потребляющих различные группы продуктов, в зависимости от проживания в городской или сельской местности и в зависимости от состава семьи [2, 3].

В 2013 и 2018 гг. доля детей, проживающих в сельской местности и регулярно потребляющих мясо и мясопродукты, молоко и кисломолочные продукты, свежие овощи и фрукты, творог и сыр, меньше по сравнению с детьми, проживающими в городе.

Доля детей, регулярно потребляющих сливочное масло, растительное масло, крупы и макаронные изделия, сухофрукты, в целом существенно не отличалась для городского и сельского детского населения [2, 3].

В 2018 г. доля детей, проживающих в городах и регулярно потребляющих фруктовые и овощные соки, сосиски и колбасы, в целом выше, чем доля детей, проживающих в сельской местности, а регулярно потребляющих копченые мясные изделия — выше среди детей сельской местности [2].

Обращает на себя внимание низкая доля детей, регулярно потребляющих рыбу, как среди городского, так и сельского населения. Так, доля детей, потребляющих рыбу только несколько раз в месяц, — 57,3 % среди городского и 84,2 % среди сельского детского населения в 2013 г. и 36,4 % среди городского и 38,9 % среди сельского детского населения в 2018 г. Доля детей, потребляющих рыбу один раз в месяц и реже, в 2013 г. 16,0 % среди городского и 18,5 % среди сельского детского населения, в 2018 г. — 20,4 и 23,2 % соответственно. При этом в 2018 г. доля детей, регулярно потребляющих рыбу соленую, копченую и вяленую, в сельской местности в 1,5–1,7 раза выше, чем в городе [2, 3].

Также в 2018 г. доля детей, проживающих в сельской местности и регулярно потребляющих соления и маринованные овощи, в 1,5 раза, спредаы — в 1,7 раза, майонез и заправки на его основе — в 1,4 раза выше, чем доля таких детей, проживающих в городе.

Отмечается также более высокий процент детей сельских населенных пунктов, регулярно потребляющих кондитерские изделия, конфеты и шоколад; сладкие газированные напитки (в 1,5 раза

в 2018 г. и 1,25 раза в 2013 г.), сухие продукты быстрого приготовления (в 1,4 раза в 2013 г. и в 1,7 раза в 2018 г.); чипсы и сухарики (в 1,4 раза и в 1,5 раза соответственно), в сравнении с детьми, проживающими в сельской местности.

Обращает внимание регулярное потребление сладких газированных напитков 13,8% детей городского и 17,2% детей сельского населения в 2013 г., в 2018 г. — 12,1 и 18,4% соответственно.

Большая доля детей, регулярно потребляющих пищевые продукты, не рекомендованные для частого использования в детском питании, среди сельского населения вероятнее всего связана с более низким уровнем информированности о принципах здорового питания у сельского населения (таблица 1).

Таблица 1. — Частота потребления некоторых пищевых продуктов у детей в возрасте 3–13 лет по типу населенных пунктов (в процентах) [2, 3]

Частота потребления основных групп продуктов	2013 г.		2018 г.	
	Городское население	Сельское население	Городское население	Сельское население
<b>Крупы, рис, макаронные изделия, каши</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	88,3	86,4	94,4	94,7
Несколько раз в месяц	11,4	13,2	5,4	4,8
Один раз в месяц и реже	0,3	0,5	0,2	0,4
<b>Овощи свежие</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	73,9	60,1	83,2	76,2
Несколько раз в месяц	23,7	35,2	14,5	20,3
Один раз в месяц и реже	2,4	4,8	2,5	3,5
<b>Фрукты свежие</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	85,4	69,6	88,8	79,2
Несколько раз в месяц	13,6	27,7	9,9	17,6
Один раз в месяц и реже	1,0	2,7	1,3	3,2
<b>Мясо (отварное, тушеное)</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	83,7	80,0	78,6	75,9
Несколько раз в месяц	14,4	16,8	17,4	20,5
Один раз в месяц и реже	1,9	3,2	4,0	4,0
<b>Мясные изделия вареные (сосиски, колбаса)</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	47,5	39,5	47,0	43,7
Несколько раз в месяц	40,8	44,6	37,7	38,4
Один раз в месяц и реже	11,6	15,9	15,3	17,9
<b>Рыба (отварная, жареная)*</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	26,7	24,1	43,2	37,9
Несколько раз в месяц	57,3	84,2	36,4	38,9
Один раз в месяц и реже	16,0	18,5	20,4	23,2
<b>Молоко и кисломолочные продукты</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	83,5	78,4	87,7	86,5
Несколько раз в месяц	13,3	16,2	8,9	9,3
Один раз в месяц и реже	3,2	5,5	3,4	4,5
<b>Творог и творожные продукты</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	54,8	43,3	67,2	58,4
Несколько раз в месяц	25,0	38,2	26,1	29,3
Один раз в месяц и реже	10,2	18,4	6,6	12,3
<b>Сыр</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	56,3	41,6	61,4	52,7
Несколько раз в месяц	37,0	40,5	30,8	32,6

Частота потребления основных групп продуктов	2013 г.		2018 г.	
	Городское население	Сельское население	Городское население	Сельское население
Один раз в месяц и реже	8,7	17,9	7,7	14,8
<b>Кондитерские изделия (торты, пирожные)**</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	51,4	57,7	13,3	16,7
Несколько раз в месяц	37,2	32,4	47,1	46,3
Один раз в месяц и реже	11,4	9,9	39,6	36,9
<b>Сладкие газированные напитки</b>				
Ежедневно или несколько раз в неделю	13,8	17,2	12,1	18,4
Несколько раз в месяц	28,5	39,4	29,6	35,6
Один раз в месяц и реже	47,7	43,3	58,3	46,0
* В 2013 г. данные включают потребление рыбы копченой;				
** в 2013 г. данные включают потребление конфет.				

Установлено, что частота регулярного потребления основных групп пищевых продуктов зависит в том числе от количества детей в семье и состава семьи (полная семья или имеющая одного родителя).

Так, в 2013 г. доля детей, регулярно потребляющих овощи и фрукты, мясо и мясопродукты, молочные продукты, рыбу и рыбопродукты, а также кондитерские изделия, была выше в семьях с одним ребенком по сравнению с многодетными семьями (3 и более детей), что вероятнее всего связано с разницей в уровне доходов в этих семьях [3].

Доля детей, регулярно потребляющих овощи и фрукты, была выше в семьях с одним ребенком в сравнении с многодетными семьями — в 1,2–1,3 раза, мяса и мясопродуктов — в 1,1–1,4 раза, молочных продуктов (сыр, творог), рыбы и рыбопродуктов, кондитерских изделий — в 1,1 раза соответственно. Исследование детей, регулярно потребляющих молоко, кисломолочные продукты и сливочное масло, не показало существенной разницы в процентном соотношении детей, регулярно потребляющих продукты этой группы, для многодетных семей и семей с одним ребенком [3].

Отмечена также большая доля детей, регулярно потребляющих хлеб и хлебобулочные изделия, крупы и макаронные изделия, спреды, майонезы и другие салатные заправки, сладкие газированные напитки и сухие продукты быстрого приготовления, в семьях с 3 и более детьми в сравнении с семьями, имеющими одного ребенка. Это может быть связано с меньшим доходом в семьях, имеющих 3 и более детей, так как важную роль в потреблении пищевых продуктов во все времена играло финансовое положение семьи, что обуславливало доступность различных групп пищевых продуктов.

Кроме того, изучалась структура потребления основных групп пищевых продуктов детьми из неполных семей в сравнении с полными семьями (имеющими обоих родителей) [3].

Так, в неполных семьях отмечена большая доля детей, регулярно потребляющих хлеб, крупы и макаронные изделия, сосиски и колбасы, спреды, сухие продукты быстрого приготовления (каши, лапша, картофельное пюре), чипсы и сухарики, в сравнении с детьми из полных семей.

В то же время доля детей, регулярно потребляющих свежие овощи и фрукты, мясо, рыбу, молоко и молочные продукты, кондитерские изделия и сладкие газированные напитки, выше среди детей из полных семей в сравнении с неполными семьями.

Таким образом, при анализе структуры потребления основных групп пищевых продуктов детьми 3–13 лет, проживающими в городе, отмечается более высокая доля детей, регулярно потребляющих овощи и фрукты, мясо и мясные изделия, молоко и кисломолочные продукты, сыр и творог.

Доля детей, регулярно потребляющих крупы, спреды, сладкие газированные напитки и сухие продукты быстрого приготовления, выше среди населения, проживающего в сельской местности, что может быть связано с более низким уровнем информированности сельского населения по вопросам здорового питания и меньшим уровнем доступности некоторых видов пищевых продуктов для жителей села.

Также структура регулярного потребления основных групп пищевых продуктов зависит от типа семьи. Так, в семьях с одним ребенком доля детей, регулярно потребляющих овощи и фрукты, мясо и мясные изделия, молоко и кисломолочные продукты, сыр и творог, выше, чем в семьях с 3 и более

детьми, что может быть обусловлено более высоким уровнем дохода в этих семьях в сравнении с многодетными семьями.

Частота регулярного потребления основных групп пищевых продуктов зависит в том числе от состава семьи (полная семья или имеющая одного родителя).

## Литература

1. Социальное положение и уровень жизни населения России : стат. сб. / Гос. ком. РФ по статистике (Госкомстат). — М., 2019. — 352 с.
2. Выборочное наблюдение рационов питания населения 2018 [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. — Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/food18/index.html](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/food18/index.html). — Дата доступа: 10.11.2020.
3. Выборочное наблюдение рационов питания населения 2013 [Электронный ресурс] // Федеральная служба государственной статистики. — Режим доступа: [https://rosstat.gov.ru/free\\_doc/new\\_site/food1/survey0/index.html](https://rosstat.gov.ru/free_doc/new_site/food1/survey0/index.html). — Дата доступа: 10.11.2020.

Поступила 05.11.2020

## СОДЕРЖАНИЕ ВИТАМИНА D В КРОВИ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ПИЩЕВОГО СТАТУСА ВЫСОКОКВАЛИФИЦИРОВАННЫХ ХОККЕИСТОК

*Кобелькова И. В., к. м. н., irinavit66@mail.ru,  
Семенов М. М., muradin-81@mail.ru,  
Кобелькова М. С., kobelkovams@gmail.com*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Данные исследований свидетельствуют о том, что спортсмены подвержены риску дефицита или сниженного содержания витамина D в организме [5]. Витамин D является важным показателем пищевого статуса человека, так как участвует в регуляции гомеостаза кальция, состояния костной, мышечной, иммунной систем и таким образом опосредованно определяет возможности адаптации человека к увеличивающимся физическим нагрузкам в процессе тренировок и соревнований. По данным [4] существует зависимость между концентрацией 25-гидроксивитамина D (25(OH)D) и физиометрическими показателями у высококвалифицированных хоккеистов. Анализ литературы показал, что результаты исследования содержания витамина D в плазме крови спортсменов по хоккею с шайбой женского пола в Российской Федерации не представлены.

Целью исследования является проведение оценки пищевого статуса по показателю содержания 25-гидроксивитамина D (25(OH)D) в крови спортсменок, играющих в сборной команде России по хоккею с шайбой, и оценить связь между концентрацией 25(OH)D и показателями состава тела и кистевой динамометрии.

В 1-м этапе исследования (обеспеченность витамином D) приняли участие 25 спортсменок — членов и кандидатов в члены Национальной хоккейной женской сборной команды России. Средний возраст хоккеисток составил  $22,4 \pm 3,6$  года, квалификация: кандидаты в мастера спорта — 9 человек, мастера спорта — 2 человека, мастера спорта международного класса — 14 человек. Во 2-м этапе (исследование антропометрических показателей, включая биоимпедансометрию) — 16 человек из 1-й группы. Обследование проводилось во время учебно-тренировочных сборов (ЕКП № 9489) в УТЦ «Новогорск» Московская область (Россия) с 14 по 23 марта 2020 г. Длину тела (далее — ДТ) определяли с помощью антропометра «Мартина» с точностью до 1 мм; массу тела (далее — МТ) измеряли с помощью электронных медицинских весов ВЭМ-150 (Масса-К, Россия) с точностью до 0,05 кг. Биоимпедансную оценку состава тела проводили утром натощак с использованием анализатора АВС-01 «Медасс» с программным обеспечением АВС01-0362 (НТЦ «Медасс», Россия) по стандартной схеме наложения электродов на запястье и в голеностопной области в положении испытуемых лежа на спине. Уровень 25-гидроксивитамина D (25(OH)D) в плазме крови определяли с использованием высокоэффективной жидкостной хроматографии. Согласно рекомендациям

Российской ассоциации эндокринологов, адекватный уровень 25-гидроксивитамина D (25(OH)D) в плазме крови колеблется в пределах 30–100 нг/мл, сниженный — 20–30 нг/мл, дефицит < 20 нг/мл [1]. Учитывая высокие энерготраты, по данным литературы, для спортсменов оптимальной концентрацией витамина D является от 40 нг/мл [2]. До сборов спортсменки проживали и тренировались в средней полосе Российской Федерации (55,5–59,6° с. ш.). Все участники были устно проинформированы о программе предстоящего обследования, после чего каждый подписал информированное согласие на добровольное проведение обследования. В соответствии с законом о персональных данных сведения были деперсонифицированы. Исследование проводилось в соответствии со стандартами и было одобрено комитетом по этике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (протокол № 16 от 12.03.2019 г.). Статистическая обработка данных выполнялась с использованием программ MS Excel и Statistica 10.

В начале проведения сборов была взята кровь на исследование у 25 хоккеисток. Анализ содержания 25-гидроксивитамина D в плазме крови показал, что у 100 % уровень витамина D не достигал оптимальных для спортсменов параметров и находился ниже 36,9 нг/мл, у 9 человек (36 %) — в пределах 20–29,9 нг/мл, и у одной (4 %) отмечен дефицит (19,8 нг/мл). Вследствие начала периода роста заболеваемости COVID-19 часть спортсменок по состоянию здоровья не могли быть обследованы по всем параметрам. В результате к дальнейшему анализу были приняты данные 16 хоккеисток, которым были проведены антропометрические измерения и биохимическое исследование показателей крови, включая концентрацию 25-гидроксивитамина D (таблица 1).

Таблица 1. — Некоторые морфофункциональные показатели и содержание 25(OH)D в крови высококвалифицированных спортсменок (n = 16)

Показатели	m	s	min	max
Длина тела, см	168,1	5,8	156,8	178,7
Масса тела, кг	66,5	8,8	53,0	81,0
ИМТ, кг/м <sup>2</sup>	23,5	2,8	19,6	29,7
Жировая масса, кг	18,3	6,3	11,0	32,6
Жировая масса, %	26,9	5,9	19,0	40,3
Тощая масса (ТМ), кг	48,2	4,0	41,9	58,9
Мышечная масса, кг	24,4	2,4	21,3	31,1
Мышечная масса, %	50,6	1,4	47,4	52,9
Общая вода, кг	35,3	2,9	30,7	43,1
Минеральная масса, кг	2,8	0,3	2,4	3,5
Мин. масса костей, кг	2,3	0,2	2,0	2,9
Минер. масса, %ТМ	5,8	0,1	5,5	5,9
Мин. масса костей, %ТМ	4,8	0,1	4,6	5,0
Динамометрия правой руки, кг	38,8	6,9	29,0	58,0
Динамометрия левой руки, кг	37,3	5,0	29,0	46,0
25-гидроксивитамин D (25 (OH) D) в плазме крови, нг/мл	29,0	5,2	19,8	36,9
Примечания: m — среднее арифметическое; s — среднеквадратичное отклонение; min — минимум; max — максимум.				

При распределении спортсменок по концентрации 25-гидроксивитамина D в плазме крови было установлено, что у всех спортсменок содержание указанного вещества было ниже рекомендованного для спортсменов, в том числе у 37,5 % находилось в пределах 30–40 нг/мл, у 56,3 % — 20–29,9 нг/мл, и у одной (6,3 %) отмечен дефицит (19,8 нг/мл).

Полученные нами данные о средней концентрации 25(OH)D в сыворотке крови сопоставимы со средним уровнем у хоккеистов-мужчин (17,2 ± 0,9 лет), равнявшимся 30,4 нг/мл, но разброс находился в более широком диапазоне — от 12,5 до 91,4 нг/мл. Одиннадцать участников (22 %) имели дефицит, а 20 спортсменов (40 %) — недостаточность витамина D (20–30 нг/мл) [5].

Уровень 25(OH)D в сыворотке крови не был статистически связан ( $p < 0,05$ ) с морфофункциональными показателями, в том числе с жировой массой, а также, что было бы более ожидаемым, — общей минеральной массой тела и минеральной массы костей в отличие от [4].

Таким образом, недостаточность витамина D очень распространена как в целом у спортсменов, так и в частности у хоккеистов, однако концентрация 25(OH)D в крови обследованных хоккеистов не была связана с морфофункциональными показателями.

Различие наших данных с полученными в других исследованиях может быть связано как с широтой проживания, периодом проведения исследования, так и с рационом питания.

На первом этапе нутритивной поддержки спортсменки нуждаются как в коррекции базового рациона питания, так и введении в него биологически активных добавок к пище с содержанием витамина D в суточной дозе 1000–2000 МЕ при уровне витамина D в крови  $> 30$  нг/мл, или препаратов холекальциферола в дозировке 7000 МЕ ежедневно (50 000 МЕ в неделю — курс 4 недели) при недостаточности витамина D (20–29 нг/мл), или 50 000 МЕ еженедельно в течение 8 недель внутрь при дефиците витамина D ( $< 20$  нг/мл) [1]. На следующем, профилактическом этапе необходимо дополнение основного рациона спортсменок специализированными пищевыми продуктами с содержанием витамина D в рекомендуемой к потреблению суточной дозе 200–400 МЕ (5–10 мкг).

## Литература

1. Клинические рекомендации Российской ассоциации эндокринологов по диагностике, лечению и профилактике дефицита витамина D у взрослых / Е.А. Пигарова [и др.] // Проблемы эндокринологии. — 2016. — Т. 16, № 4. — С. 60–84.
2. The Assessment of the Supply of Calcium and Vitamin D in the Diet of Women Regularly Practicing Sport / M. Wrzosek [et al.] // Journal of osteoporosis. — 2019. — Vol. 2019. — Art. 9214 926.
3. Association Between Vitamin D Status and Maximal-Intensity Exercise Performance in Junior and Collegiate Hockey Players / J.S. Fitzgerald [et al.] // The Journal of Strength & Conditioning Research. — 2015. — Vol. 29, iss. 9. — P. 2513–2521.
4. Vitamin D status is associated with adiposity in male ice hockey players / J.S. Fitzgerald [et al.] // Med. Sci. Sports Exerc. — 2015. — Vol. 47, iss. 3. — P. 655–661.
5. Vitamin D status and its relation to exercise performance and iron status in young ice hockey players / J. Orysiak [et al.] // PLoS ONE. — 2018. — Art. e0195284.

Поступила 02.11.2020

## КОМПОНЕНТНЫЙ СОСТАВ ТЕЛА И ЕГО КОРРЕЛЯЦИЯ С ПИТАНИЕМ ШКОЛЬНИЦ

*Крупкина А. М., магистрант, krupsasha18@gmail.com,  
Спивак А. С., аспирант, alexey.spivak.1996@gmail.com*

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова», г. Ярославль, Россия

Питание является одним из важнейших факторов, определяющих уровень здоровья индивида. Особая роль ему отводится в период роста и развития организма. В настоящее время питание школьников рассматривается не только как источник энергии, но и как средство профилактики заболеваний [1]. Гигиенические особенности организации питания складываются на основании рода деятельности человека, и, в случае неграмотного формирования режима питания, могут возникать физиологические изменения в организме, приводящие к развитию ряда патологических состояний, среди которых наиболее распространенными являются избыточная масса тела и ожирение [2].

Оценка компонентного состава тела методом биоимпедансометрии дает сведения о нутритивном статусе индивида и его физическом развитии. Отклонения значений биоимпедансного анализа от нормы позволяют формировать группы риска внутри выборки [3]. Исследова-

ние состояния организма по показателям биоимпедансного анализа и сопоставление полученных значений с употреблением определенных групп продуктов дает возможность оценить интенсивность метаболизма, скорость протекания физиологических реакций, уровень физической активности каждого индивида. Изучение взаимосвязи питания и компонентного состава тела представляет большой интерес в современном обществе, в котором возрастает проблема ожирения [4].

Цель исследования — изучить особенности питания школьников старших классов и их корреляции с компонентами состава тела.

Проведено добровольное обследование 49 ярославских школьников 10–11 классов (средний возраст  $17,0 \pm 0,6$  года). Антропометрическое обследование проводили по общепринятым методикам с измерением длины и массы тела. На основании полученных измерений рассчитывали индекс Кетле, характеризующий отношение массы тела к его длине ( $\text{кг}/\text{м}^2$ ). Компонентный состав тела исследовали методом биоимпедансометрии с использованием анализатора состава тела ABC-01 «Медасс». Особенности питания изучали анкетным методом. Анкетирование по организации питания учитывало количество приемов пищи в день и частоту употребления определенных групп продуктов. Результаты обработаны статистически, коэффициенты корреляции были получены с помощью критерия Спирмена в программе Statistica 10.0.

Результаты опроса участников обследования по частоте приема основных групп продуктов приведены в таблице 1.

Таблица 1. — Частота употребления основных групп продуктов (доля опрошенных, %)

Частота употребления	Зерновые и бобовые	Макароны	Картофель	Овощи (кроме картофеля)	Фрукты	Мясо (говядина, свинина)	Рыба и морепродукты	Мясо птицы	Хлебобулочные изделия	Молочные продукты	Вредные продукты	Сладости
Ежедневно	16,3	4,1	4,1	44,9	53,1	8,2	0,0	18,4	38,8	36,7	57,1	44,9
5–6 раз в неделю	14,3	14,3	10,2	30,7	16,3	18,4	8,2	36,7	12,2	6,1	14,4	24,5
3–4 раза в неделю	20,4	28,5	24,5	10,2	14,3	26,5	6,1	24,5	16,3	16,3	2,0	10,2
1–2 раза в неделю	22,5	34,8	24,5	10,2	14,3	18,4	20,4	14,3	20,5	12,3	0,0	12,2
Несколько раз в месяц	22,4	16,3	28,5	2,0	0,0	16,3	38,8	6,1	6,1	12,3	26,5	4,1
Не употребляют	4,1	2,0	8,2	2,0	2,0	12,2	26,5	0,0	6,1	16,3	0,0	4,1

Сбалансированное питание предполагает ежедневное употребление основных групп продуктов. Однако анализ рационов питания школьников показал, что ежедневно или 5–6 раз в неделю молочные продукты употребляет только 42,8% опрошенных, фрукты и овощи (кроме картофеля) — 69,4% и 75,5% соответственно, пищу животного происхождения (мясо, рыба, птица) — 89,9%. Восполнение животного белка происходит в основном за счет мяса птицы. Привлекает внимание тот факт, что 26,5% девушек совсем не употребляют рыбу и морепродукты. Недостаток поступающего с пищей белка приводит к нарушению водно-солевого обмена, торможению процессов анаболизма, что может стать причиной дисгармоничного развития и сказаться на уровне развития скелетно-мышечной массы. При этом частота употребления так называемых вредных продуктов (фастфуда, газированных напитков, полуфабрикатов) и сладостей достаточно высока. Не менее пяти раз в неделю их употребляют 71,4% и 69,4% респондентов соответственно. Полученные результаты согласуются с данными литературы, указывающими на превышение в рационе питания старших школьников простых углеводов более чем в два раза [5].

Для оценки пищевого статуса рассчитывали индекс массы тела. Среднегрупповое значение индекса составило  $20,8 \pm 2,4 \text{ кг}/\text{м}^2$ , что соответствует диапазону нормы. Нормальное значение индекса массы тела (далее — ИМТ) отмечено у большинства девушек (79,5%), дефицит массы тела и избыточная масса встречались в 16,3% и 4,2% случаев соответственно.

Результаты биоимпедансометрии представлены в таблице 2.

Таблица 2. — Распределение испытуемых по величине показателей компонентного состава тела (доля обследованных, %)

Показатель компонентного состава тела	Ниже нормы	Норма	Выше нормы
Жировая масса, кг	2,0	51,0	47,0
Жировая масса, %	0,0	22,5	77,5
Тощая масса, кг	10,0	90,0	0,0
Активная клеточная масса, кг	6,0	94,0	0,0
Активная клеточная масса, %	6,0	57,0	37,0
Скелетно-мышечная масса, кг	6,0	88,0	6,0
Скелетно-мышечная масса, %	2,0	73,5	24,5

Оценка индивидуальных значений показала, что у значительной доли девушек содержание жировой ткани превышает допустимые значения. Высокое содержание жира при нормальных значениях ИМТ свидетельствует о наличии скрытого ожирения. При патологическом изменении содержания жировой массы могут наблюдаться изменения метаболизма и нарушение гормональной регуляции. У большинства обследованных школьниц обнаружено нормальное содержание абсолютных значений активной клеточной массы. Однако наиболее информативными считаются относительные значения, в этом случае в диапазон нормальных значений попадает только половина девушек. Оценка содержания скелетно-мышечной массы показала, что у большинства обследованных этот показатель находится в пределах нормы.

В ходе работы был проведен корреляционный анализ между данными по частоте употребления отдельных групп пищевых продуктов и значениями компонентов тела. Выявлено, что показатель основного обмена, характеризующий минимальный расход энергии на физиологические процессы, слабо коррелирует с употреблением мясных продуктов ( $r = 0,28$ ). Значительное количество белка, содержащееся в этой группе продуктов, после расщепления в организме способно принимать участие в процессе анаболизма, а также покрывать затраты энергии на жизненно важные реакции. При этом обнаружена слабая обратная корреляция основного обмена с употреблением «вредных» продуктов, т. е. фастфуда, сладких газированных продуктов, полуфабрикатов ( $r = -0,33$ ). Уменьшение основного обмена может привести к увеличению психоэмоционального напряжения, снижению физической и умственной работоспособности, внимания, что впоследствии может приводить к снижению иммунитета, нарушению метаболизма и развитию заболеваний нервной системы [3]. Обнаружена обратная корреляция между частотой употребления фастфуда и активной клеточной массой ( $r = -0,30$ ), и абсолютной скелетно-мышечной массой ( $r = -0,30$ ). Содержание тощей массы уменьшается с увеличением количества потребления продуктов этой группы. Отклонение содержания тощей массы тела от нормы может свидетельствовать о патологических состояниях внутренних органов, ведущих к нездоровому функционированию организма.

Наличие отрицательной связи между абсолютным содержанием скелетно-мышечной массы и употреблением фастфуда, сладких газированных напитков, полуфабрикатов и т. д. свидетельствует о возможности увеличения содержания жировой ткани в организме.

Отмечена связь между абсолютным содержанием активной клеточной массы и употреблением мясных продуктов ( $r = 0,28$ ), относительного содержания активной клеточной массы и рыбы ( $r = 0,28$ ). Обе группы продуктов содержат белок, который при достаточном поступлении способен регулировать нутритивный статус, т. е. соотношение жировой и мышечной масс. Подтверждением этому являются результаты индивидуального распределения, согласно которым у большинства обследованных содержание активной клеточной массы находится в пределах нормы, что свидетельствует о высоких адаптационных резервах организма и повышении уровня работоспособности и выносливости.

Таким образом, существует взаимосвязь между употреблением определенных категорий продуктов и формированием компонентов состава тела. Достаточное поступление белка приводит к увеличению активной клеточной, скелетно-мышечной и жировой масс в пределах нормы. Чрезмерное употребление «вредных» продуктов приводит к снижению содержания абсолютной скелетно-мышечной массы.

## Литература

1. Вагайцева, Е. А. Влияние питания школьников и студентов Кемеровской области на состояние их здоровья / Е. А. Вагайцева, Т. А. Строкольская // Техника и технология пищевых производств. — 2013. — № 1. — С. 107–111.
2. Мажаева, Т. В. Некоторые аспекты структуры и организации питания детей в ряде регионов России / Т. В. Мажаева, О. В. Чугунова, Д. В. Гращенко // Вопросы питания. — 2016. — № 6. — С. 95–102.
3. Состав тела человека: история изучения и новые технологии определения / В. Г. Николаев [и др.] // Сибирское медицинское обозрение. — 2011. — № 4 (70). — С. 3–7.
4. Биоимпедансный скрининг населения России в центрах здоровья: распространенность избыточной массы тела и ожирения / Н. П. Соболева [и др.] // Российский медицинский журнал. — 2014. — № 4. — С. 4–13.
5. Тятенкова, Н. Н. Оценка фактического питания учащихся старших классов / Н. Н. Тятенкова, О. С. Аминова // Здоровье населения и среда обитания. — 2020. — № 4 (325). — С. 24–29.

Поступила 02.11.2020

## АКТУАЛЬНЫЕ АСПЕКТЫ РАДИАЦИОННОГО ОБЛУЧЕНИЯ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ

<sup>1</sup> Кузьмин С. В., д. м. н., профессор, [kuzminsv@fferisman.ru](mailto:kuzminsv@fferisman.ru),

<sup>1</sup> Русаков В. Н., к. м. н., [rusakovvn@fferisman.ru](mailto:rusakovvn@fferisman.ru),

<sup>1</sup> Есаулова О. В., к. э. н., [esaulovaov@fferisman.ru](mailto:esaulovaov@fferisman.ru),

<sup>1</sup> Синицына О. О., д. м. н., профессор, член-корр. РАН, [sinitsynaoo@fferisman.ru](mailto:sinitsynaoo@fferisman.ru),

<sup>1</sup> Истомин А. В., д. м. н., профессор, [istominav@fferisman.ru](mailto:istominav@fferisman.ru),

<sup>2</sup> Ананьев В. Ю., к. м. н., [ra-226@ya.ru](mailto:ra-226@ya.ru),

<sup>2</sup> Горский А. А., [ra-226@ya.ru](mailto:ra-226@ya.ru),

<sup>2</sup> Кузьмина Е. А., к. м. н., [ra-226@ya.ru](mailto:ra-226@ya.ru),

<sup>1</sup> Ведилина М. Т., [vedilinamt@fferisman.ru](mailto:vedilinamt@fferisman.ru)

<sup>1</sup> Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия;

<sup>2</sup> Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека, г. Москва, Россия

Применяемые в настоящее время методы обработки пищевой продукции оказывают существенное воздействие на органолептические свойства, витаминный и микробиологический состав обрабатываемой продукции, так как данные методы используют химические реагенты и высокотемпературные режимы обработки (в сочетании или по отдельности).

Актуальным и перспективным направлением в сфере технологий, обеспечивающих качество и безопасность пищевой продукции, является ее обработка ионизирующим излучением (далее — ОИИ).

ОИИ пищевой продукции может использоваться для различных целей: для уничтожения патогенных микроорганизмов и паразитов, для снижения количества микроорганизмов, вызывающих порчу продуктов, для подавления прорастания сельскохозяйственной продукции, для продления сроков хранения продуктов, для фитосанитарной обработки.

В рекомендуемых дозах ОИИ менее энергозатратно по сравнению с методами тепловой стерилизации, сушки, консервирования, значительно продлевает сроки хранения сырья и готовой продукции без использования химических консервантов, может использоваться при обработке продукции в упаковке. Ионизирующее облучение дает ряд преимуществ перед традиционными методами обработки пищевых продуктов (тепловая обработка, сушка, консервирование и др.), позволяющими предотвратить микробиологическую порчу продуктов, но приводящими к деструкции их тканей.

Изучение возможностей применения ионизирующих излучений для обработки пищевых продуктов началось в середине 40-х гг. XX в. В США, СССР, Великобритании, ряде европейских стран

были разработаны специальные национальные программы [1–3]. С первых шагов по разработке радиационных технологий особое внимание уделялось их безопасности. В 1970 г. в Париже было подписано соглашение между 19 странами о создании Международного проекта по оценке безопасности облученных пищевых продуктов. По результатам многолетних масштабных исследований в ведущих научных центрах мира в 1981 г. Объединенный комитет экспертов ФАО, МАГАТЭ и ВОЗ пришел к выводу, что облучение любого пищевого продукта с дозами, не превышающими 10 кГр, не вызывает токсического действия и не требует дальнейших токсикологических исследований обработанной продукции [4].

В 1984 г. под эгидой ФАО, МАГАТЭ и ВОЗ создана Международная консультативная группа по облучению пищи (ICGFI), экспертами которой в 1990-х — 2000 гг. разработано 23 кодекса облучения различных видов продукции. В 2011 г. Комиссия Европейского Управления по безопасности пищевых продуктов (EFSA) подтвердила эффективность и перспективность технологий. В соответствии с рекомендациями Кодексного стандарта по использованию ионизирующей радиации в пищевой промышленности контроль безопасности радиационно-обработанных пищевых продуктов должен основываться на:

- данных, свидетельствующих о том, что в процессе обработки пищевых продуктов были соблюдены все необходимые меры, обеспечивающие их качество и безопасность для потребителя;
- установленной системе документации, сопровождающей радиационно-обработанные продукты, в процессе их приготовления, хранения и реализации;
- правильной маркировке этих пищевых продуктов.

В настоящее время в Российской Федерации активно разрабатывается нормативно-правовая база использования ионизирующего излучения в сельском хозяйстве и пищевой промышленности.

Департаментом технического регулирования Евразийской экономической комиссии, начиная с 2015 г., принят ряд нормативных документов, которые обеспечивают внедрение инновационных технологий с применением физических факторов, в частности, ионизирующего излучения. Вступил в действие основополагающий нормативный документ — Межгосударственный стандарт ГОСТ ISO 14 470–2014 «Радиационная обработка пищевых продуктов. Требования к разработке, валидации и повседневному контролю процесса облучения пищевых продуктов ионизирующим излучением». Активизировался процесс принятия стандартов по облучению различных видов сельскохозяйственного сырья и пищевой продукции.

В июле 2020 г. Государственная Дума Федерального собрания Российской Федерации на пленарном заседании приняла в первом чтении законопроект «О внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации по вопросам применения обработки ионизирующим излучением (радиационной обработки) сельскохозяйственной и пищевой продукции».

Благодаря развитию нормативной базы наблюдается интенсификация процесса практического использования технологий облучения. При помощи этой технологии обрабатывается около 40 различных видов пищевых продуктов для предупреждения прорастания семян, лука, картофеля, дезинсекции зерна и сухофруктов, обеззараживания и продления сроков хранения пищевых продуктов, их стерилизации, улучшения технологических характеристик пищевой продукции.

В основном работы ведутся на базе научных центров, зачастую на оборудовании, созданном в 70–80-е гг. прошлого века. В настоящее время насчитывается 4 работающих гамма-установки и 18 установок на базе ускорителей электронов. Основными обрабатываемыми продуктами являются пряности, специи, сухие овощи и травы. Из всей облучаемой продукции АПК почти 90 % приходится на растениеводческую, 52 % из которой составляют специи, сухие овощи и фрукты.

На основании проведенных исследований в ФГБНУ «ФИЦ питания и биотехнологии» была разрешена радиационная обработка опытных партий некоторых пищевых продуктов (картофель; лук репчатый; мясо сырое полуфабрикаты (в пленке); куры потрошенные (в пленке); кулинарно подготовленные мясные полуфабрикаты (в пленке), но все эти разрешения получены в период 1958–1992 гг. и требуют актуализации и стандартизации.

В настоящее время не определен порядок установления технологической дозы облучения различных видов пищевой продукции, подтверждения ее технологической эффективности и безопасности пищевой продукции ОИИ, не определен перечень показателей качества и безопасности различных видов пищевой продукции, которые могут изменяться после ОИИ в различных технологических дозах и нормативные требования по этим показателям, а так же методы и методики их контроля. В рамках технического регулирования Таможенного союза отсутствуют методики выявления в обороте пищевой продукции и пищевого сырья ОИИ. От-

дельно следует отметить отсутствие методов и методик выявления облученной продукции общепита, которая, как правило, является многокомпонентной (первые и вторые блюда, салаты). Отсутствуют рекомендации по производственному контролю показателей качества и безопасности пищевого сырья, пищевой продукции и упаковки (тары), которые могут изменяться в результате ОИИ. Отсутствуют научно обоснованные рекомендации по возможности применения многократного (дробного облучения) пищевой продукции, в том числе изготовленной из пищевого сырья ОИИ.

Отсутствует полный перечень пищевой продукции, которую нельзя подвергать облучению; не регламентирован учет воздействия возникающих сопутствующих физических и химических реакций (радиолиз, выделение озона, деструкция тканей и материалов упаковки), влияющих на качество и безопасность облучаемой продукции; документально не подтверждена необходимость входящего и последующего контролей.

К числу проблемных вопросов использования радиационного облучения в практике пищевого производства, требующих решения, также следует отнести следующие:

- отсутствие Стратегии обеспечения качества и безопасности пищевых продуктов, обработанных ионизирующим излучением;
- отсутствие требований к «технологической дозе облучения» и «максимальной дозе облучения», порядку их установления и контроля;
- отсутствие методологии обоснования безопасности и качества пищевой продукции, подвергшейся обработке ионизирующим излучением в различных дозах;
- отсутствие исчерпывающих сведений о химических веществах, образующихся в пищевой продукции после облучения в различных дозах, их токсикологических показателях и критериях безопасности для человека;
- отсутствие или недостаток информации об изменении органолептических свойств и пищевой ценности пищевой продукции, подвергнутой обработке ионизирующим излучением;
- несовершенство или отсутствие методик и оборудования для выявления пищевой продукции, подвергнутой обработке ионизирующим излучением;
- отсутствие маркировки пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением;
- отсутствие межгосударственного реестра, содержащего сведения о:
  - продукции, которую разрешено обрабатывать ионизирующим излучением;
  - облучательных установках и организациях-владельцах в Российской Федерации;
  - зарубежных организациях, облучающих пищевую продукцию, поставляемую в Российскую Федерацию;
  - поставщиках пищевой продукции ОИИ, импортируемой в страны-участницы Таможенного союза;
- отсутствие лабораторного обеспечения контроля оборота пищевой продукции ОИИ;
- обоснование ограничений и запретов использования пищевой продукции ОИИ для отдельных категорий граждан (дети, онкологические больные, беременные женщины и т. п.);
- обоснование требований к производственному контролю при облучении пищевой продукции в различных дозах;
- отсутствие требований к упаковке (таре), в которой облучается пищевая продукция;
- необходимость изучения последствий дробного (многократного) облучения пищевой продукции и пищевого сырья;
- формирование положительного общественного мнения по отношению к пищевой продукции ОИИ.

Таким образом, для широкомасштабного внедрения обработки ОИИ продовольственного сырья и пищевой продукции в агропромышленном комплексе и промышленном производстве пищевых продуктов в Российской Федерации необходимо решение следующих основных задач:

- обеспечить качество и безопасность пищевых продуктов, обработанных ионизирующим излучением, с учетом международного опыта;
- продолжить гармонизацию нормативно-правовой базы с продовольственными стандартами МАГАТЭ и Европейского союза, регламентирующими радиационное облучение продовольственного сырья и пищевой продукции;
- разработать межгосударственные стандарты и технологические регламенты радиационной обработки тех видов продукции, для которых в достаточной мере апробированы и внедрены в зарубежную и отечественную практику режимы облучения, обеспечивающие достижение требуемого результата и соблюдении требований безопасности и сохранении качества пищевой продукции;

- апробировать методы радиационной обработки ионизирующими излучениями в различных технологических дозах пищевого сырья и пищевой продукции с оценкой качества и безопасности облученных продуктов;
- провести исследования влияния радиационных методов обработки на различные виды продукции с целью определения наиболее оптимальных значений поглощенных доз;
- разработать рекомендации по организации технологического процесса (время облучения, коэффициент неравномерности распределения доз, условия облучения, в том числе влажность, температура и пр.);
- организовать лабораторное обеспечение контроля оборота пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением, на основе разработки и совершенствования методов определения облученного продовольственного сырья и пищевой продукции;
- организовать межведомственное взаимодействие в организационных подходах к контролю оборота пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением;
- обеспечить безопасные условия труда при производстве пищевой продукции, обработанной ионизирующим излучением;
- снизить негативное отношение населения к обработке пищевой продукции облучением ионизирующим излучением.

Решение указанных задач возможно в рамках комплексной научной Программы по изучению последствий ОИИ пищевой продукции и разработке методов контроля показателей безопасности и выявления в обороте такой пищевой продукции.

### Литература

1. Никитюк, Д.Б. Вопросы нормирования качества и безопасности облученной пищевой продукции / Д.Б. Никитюк, С.А. Хотимченко, О.В. Багрянцева // Радиационные технологии в сельском хозяйстве и пищевой промышленности: состояние и перспективы : сб. докл. междунар. науч.-практ. конф., Обнинск, 26–28 сент. 2018 г. — Обнинск : ФГБНУ ВНИИРАЭ, 2018. — С. 37–40.
2. Радиационные методы в переработке сельскохозяйственных культур: науч. аналит. обзор. — М. : ФГБНУ «Росинформагротех», 2019. — 80 с.
3. Directive 1999/2/EC of the European Parliament and of the Council of 22 February 1999 on the approximation of the laws of the Member States concerning foods and food ingredients treated with ionizing radiation // Official Journal of the European Communities. — 1999. — № L66. — P. 16–22.
4. Scientific Opinion on the Chemical Safety of Irradiation of Food // EFSA J. — 2011. — Vol. 9, № 4. — Art. 1930.

Поступила 06.11.2020

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПИТАНИЯ И ЗДОРОВЬЯ ВОСПИТАННИКОВ КАДЕТСКИХ КОРПУСОВ

*Романенко С.П., romanenko\_sp@niig.su,  
Новикова И.И., д. м. н., профессор, novik\_ir70@rambler.ru,  
Лобкис М.А., к. м. н., lobkis\_ma@niig.su*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия

Многие авторы, изучавшие ранее проблему организации питания обучающихся кадетских корпусов, делали акцент на проблеме нерационального и неадекватного физиологическим потребностям питания кадетов, а также детей, чей образ жизни характеризуется повышенными энергозатратами [1–5]. Однако вопросы методологии и практического применения оценки рисков здоровью детей, обусловленных нерациональным и нездоровым питанием, остаются нерешенными. Гигиеническая оценка организации питания детей, обучающихся в образовательных организациях, предусматривающих высокий уровень ежедневной физической нагрузки, изучение особенностей фактических энергозатрат детей, их режима дня, особенностей обучения, обоснование рисков здоровью

вследствие нездорового питания и их оперативная профилактика в условиях организованных детских коллективов, научное обоснование корректировки действующих норм питания приобретают особую актуальность.

Целью исследования является научное обоснование модели организации здорового питания обучающихся образовательных организаций кадетского типа.

Основой работы послужили результаты экспериментального исследования, проведенного на базе кадетских корпусов Приволжского Федерального округа (далее — ПФО), в ходе которого были реализованы три этапа: мониторинговый (включал изучение условий воспитания и обучения, питания, режима труда и отдыха, интенсивности физической нагрузки, показателей физического развития и заболеваемости воспитанников кадетских корпусов ПФО за период их обучения), экспериментальный (предусматривал проведение экспериментальных исследований, включающих оценку питания, двигательной активности, медицинский осмотр воспитанников) и аналитический (предусматривал статистическую обработку полученных результатов и установление причинно-следственных связей в системе «организованное питание — здоровье воспитанников», научное обоснование особенностей организации питания детей, обучающихся в образовательных организациях, предусматривающих высокий уровень ежедневной физической нагрузки).

В ходе работы применялись гигиенические, клинико-диагностические (антропометрия, соматометрия, физиометрия, динамометрия), эпидемиологические, социологические и статистические методы исследования.

В ходе исследования дана комплексная оценка показателей, характеризующих здоровье воспитанников кадетских корпусов.

В рамках изучения закономерностей динамики общей заболеваемости детей по обращаемости, связанной с пищевым фактором, оценивались показатели в целом по Российской Федерации. Оценка показателей свидетельствует о росте заболеваемости детей 0–14 лет по болезням эндокринной системы (ежегодная прибавка +1,4%), сахарному диабету (ежегодная прибавка +6,9%), ожирению (4,7%). У детей 15–17 лет отмечен прирост среднемноголетнего показателя по болезням эндокринной системы (ежегодная прибавка +3,4%), болезням щитовидной железы (ежегодная прибавка +2,4%), сахарным диабетом (ежегодная прибавка +6,5%), ожирением (7,7%), анемиями (ежегодная прибавка +1,1%).

Прирост среднемноголетнего показателя при переходе от одной возрастной группы («0–14 лет») к другой («15–17 лет») отмечался в показателях общей заболеваемости гастритами и дуоденитами (+227,3%), по болезням щитовидной железы (+225,0%), по болезням эндокринной системы (+216,0%), по сахарному диабету (+147,4%), по ожирению (+140%), по болезням органов пищеварения (+41,4%).

При оценке физического развития воспитанников по результатам медицинских осмотров было установлено, что удельный вес лиц с гармоничным физическим развитием составлял 84,2%; с дефицитом массы — 8,7%; с избытком массы — 7,1%. Лонгитюдная оценка показателей за период обучения свидетельствовала о преобладании удельного веса детей с гармоничным физическим развитием во всех возрастных группах (82,0–85,7%). Удельный вес лиц с дефицитом массы тела в течение первого года обучения снижался (с 4,1% — первый год обучения до 1,7%), далее увеличивался, достигая своего максимума к пятому году обучения (15,7%). Удельный вес детей с избытком массы тела за первый год обучения увеличился с 10,2% до 16,3%, далее отмечалось постепенное снижение показателя, составившему к шестому году обучения 0,5%.

Для сравнительного анализа морфофункционального развития воспитанников и обучающихся общеобразовательных организаций с целью установления особенностей физического развития воспитанников использовались расчетные средние величины длины и массы тела, окружности грудной клетки, полученные по итогам экспериментальной части исследования. Длина тела 11-летних кадетов была достоверно больше, чем у сверстников, обучающихся в общеобразовательных школах ( $p < 0,05$ ); в возрастных группах 15–16 лет показатели длины тела были достоверно меньше ( $p < 0,05$ ). В остальных возрастных группах статистически значимых различий длины тела выявлено не было ( $p > 0,05$ ). Средняя прибавка длины тела у кадетов составила 3,9 см, в сравнении с средним значением школьников — 4,6 см. При сравнительном анализе показателей массы тела во всех возрастных группах, кроме 11 лет, средние значения массы у воспитанников организаций кадетского типа не имели достоверных отличий ( $p > 0,05$ ) в сравнении со школьниками. В возрастной группе 11 лет средние показатели массы тела у кадетов были достоверно выше.

Сравнительная характеристика показателей жизненной емкости легких свидетельствовала о существенном отличии данных показателей у кадетов и школьников во всех сравниваемых возрастных группах ( $p < 0,05$ ). По показателям динамометрии статистически значимые различия в по-

казателях отмечались с 14-летнего возраста ( $p < 0,05$ ). С применением метода множественной регрессии были получены аналитические уравнения прогнозирования нормальных колебаний массы тела (кг) и размера окружности грудной клетки (см). На основании полученных уравнений прогнозирования были просчитаны ожидаемые значения массы тела при определенных значениях длины тела, построены регрессионные таблицы для оценки физического развития воспитанников кадетских корпусов Приволжского Федерального округа.

Оценка изменений распределения воспитанников кадетских корпусов по группам здоровья в зависимости от возрастной группы свидетельствовала, что удельный вес детей с хроническими заболеваниями при переходе от одной возрастной группы к другой практически не изменялся, что, несомненно, можно оценить положительно. Удельный вес детей третьей группы здоровья составил 9,0%.

Дана гигиеническая характеристика изучаемых кадетских корпусов, организации питания и двигательного режима.

По итогам оценки все изучаемые кадетские корпуса отнесены ко второй группе санитарно-эпидемиологического благополучия по причине отдельных несоответствий действующим санитарным нормам и правилам и к категории значительного риска в соответствии с МР 5.1.0116–17, предусматривающей кратность проверок — 1 раз в 3 года. Оценка актов проверок территориальных органов Роспотребнадзора, результатов лабораторно-инструментального контроля и предписаний за период 2015–2019 гг. позволила оценить санитарно-эпидемиологическое благополучие изучаемых кадетских корпусов в соответствии с актуализированными для них шкалами оценки санитарно-эпидемиологического благополучия. Результаты среднего количества набранных баллов кадетскими корпусами при оценке уровня санитарно-эпидемиологического благополучия подтвердили результаты стандартной методики оценки, используемой органами Роспотребнадзора. Суммарная оценка составила 790 б, что соответствует среднему риску. Наибольшее количество недобранных баллов отмечалось по разделу организация питания (–38 б), водоснабжение и канализование (–34 б), соответствие здания действующим санитарным нормам и правилам (–22 б).

По группе факторов, характеризующих организацию питания, недобор баллов был обусловлен результатами лабораторного контроля, выявившими за анализируемый период отдельные пробы, не отвечающие гигиеническим требованиям по калорийности, содержанию витамина С, а также отклонениями фактического меню от меню цикличного, наличию повторов блюд в цикличном меню. Оценка цикличного меню и меню раскладок показала, что предлагаемый детям рацион питания по пищевой и биологической ценности в полном объеме покрывал рекомендованные уровни, регламентированные СанПиН 2.4.5.2409–08, и не в полном объеме покрывал объем продуктов, рекомендуемый к выдаче детям, обучающимся в организациях подведомственным Министерству обороны и внутренних дел Российской Федерации.

С целью оценки адекватности питания фактическим энергозатратам обучающихся была изучена двигательная активность воспитанников кадетских корпусов. Комплексная оценка уровня двигательной активности показала, что во всех корпусах преобладал высокий и выше оптимального уровень двигательной активности. В сумме по всем корпусам этот показатель составлял 93,4%, что свидетельствует о значительных ежедневных физических нагрузках. В результате проведенных исследований было выявлено стабильное увеличение фактических энергозатрат при переходе от одной возрастной группы к другой (от 3000 до 5000 ккал/сутки), т. е. различия статистически значимы ( $p < 0,05$ ). Различия в показателях энергозатрат в изучаемых кадетских корпусах статистически значимых различий не имели ( $p \geq 0,05$ ). При этом регламентированный норматив и соответственно фактическая выдача продуктов, пищевая и биологическая ценность пищевого рациона оставались неизменными для всех возрастных групп от 12 до 18 лет.

Сравнительная характеристика показателей среднесуточных энергозатрат кадетов с показателями энергетической ценности рациона питания по СанПиН 2.4.5.2409–08 и фактической энергетической ценности питания в кадетских корпусах ПФО позволила установить, что потребность в необходимой калорийности рациона покрывалась только у 49,6% обучающихся, у 32,2% энергозатраты превышали калорийность рациона, формируя дефицит питательных и минеральных веществ в организме, а у 5,6% питание являлось избыточным.

На основании регрессионного анализа с определением достоверности значимости признака была построена модель зависимости между основными компонентами питания (энергетическая ценность, макронутриентный состав) и антропометрическими показателями и обоснованы рабочие модели прогнозирования вероятных параметров ожидаемой массы и длины тела. Также были рассчитаны показатели эластичности между основными компонентами питания и антропометрическими показателями, указывающими, на сколько процентов увеличится один показатель (рост, вес)

при увеличении на 1 % показателей пищевой ценности рациона питания. При увеличении содержания белков, жиров и углеводов в рационе на 1 % значения массы тела должны увеличиться на 0,52 %, 0,31 % и 0,35 %, значения роста — на 0,21 %, 0,13 % и 0,14 %.

В результате корреляционно-регрессионного анализа были построены прогнозные уравнения и таблица вероятных параметров физического развития в зависимости от различных значений потребления пищевых веществ.

Выявленные в ходе выполнения настоящей работы статистически значимые корреляционные связи и построенные уравнения регрессии позволили обосновать инновационную модель совершенствования системы организации питания детей, предусматривающую проведение мероприятий по оценке фактических энергозатрат и физического развития воспитанников, определение показателей основного обмена и двигательной активности обучающихся; расчет фактической потребности воспитанников в пищевых веществах, витаминах и микроэлементах. Ожидаемая эффективность — повышение средних показателей функциональных возможностей более чем на 10 %, сокращение вероятности нарушений физического развития более чем на 25 %.

#### *Выводы*

Закономерности формирования общей заболеваемости детей, сложившиеся в последнее десятилетие в Российской Федерации, свидетельствуют о выраженных темпах прироста показателей заболеваемости, этиологически связанной с пищевым фактором, в том числе ожирением (в возрастной группе «0–14 лет» — 4,7 % в год, «15–17 лет» — 7,7 % в год), сахарным диабетом (в возрастной группе «0–14 лет» — 6,9 % в год, «15–17 лет» — 6,5 % в год), болезнями эндокринной системы (в возрастной группе «0–14 лет» — 1,4 % в год, «15–17 лет» — 3,4 % в год). Следующая закономерность показателей общей заболеваемости детей характеризуется статистически значимыми более высокими уровнями заболеваемости, регистрируемыми в возрастной группе «15–17 лет» в сравнении с показателями возрастной группы «0–14 лет» по болезням эндокринной системы (в 2,4 раза), щитовидной железы (в 3,2 раза), сахарному диабету (в 2,5 раза), ожирению (в 2,4 раза).

Возрастная группа 16–17 лет среди воспитанников кадетских корпусов является возрастной группой повышенного риска формирования дефицита массы тела на фоне невосполнения физиологической потребности организма в пищевых веществах и энергии.

Увеличение распространенности проблемы дисгармоничного развития у воспитанников на протяжении периода обучения в кадетских корпусах является индикатором риска и свидетельствует об отсутствии адекватной физиологической потребности организации питания детей.

В результате неадекватной физиологическим потребностям организации питания формируются более низкие темпы физического развития воспитанников кадетских корпусов в сравнении с их сверстниками, обучающимися в общеобразовательных организациях и проживающими в домашних условиях.

Высокий ежедневный уровень физической нагрузки у воспитанников кадетских корпусов, несмотря на снижение темпов физического развития в сравнении со сверстниками, обучающимися в общеобразовательных организациях, определяет у них наличие более высоких показателей жизненной емкости легких и кистевой силы рук ( $p < 0,05$ ).

Все изучаемые кадетские корпуса относились ко второй группе санитарно-эпидемиологического благополучия, к категории «средний риск» — (651–800 баллов); наибольшее количество недобранных баллов отмечалось по показателям организация питания (–8 б), второе ранговое место — показатели, характеризующие водоснабжение и канализование (–34 б), третье ранговое место — показатели, характеризующие соответствие здания действующим санитарным нормам и правилам (–22 б).

На основании корреляционно-регрессионного анализа с определением достоверности значимости изучаемых признаков была обоснована инновационная модель организации здорового питания обучающихся образовательных организаций кадетского типа и кадетской направленности, предусматривающая в качестве показателей эффективности ее реализации повышение средних показателей функциональных возможностей более чем на 10 %, сокращение вероятности нарушений физического развития более чем на 25 %.

## **Литература**

1. Терехова, А.А. Анализ состояния организации питания курсантов кадетского корпуса / А.А. Терехова // Парадигма. — 2019. — № 3. — С. 89–91.
2. Сетко, Н.П. Актуальные проблемы развития школьной медицины на современном этапе / Н.П. Сетко, А.Г. Сетко // Лечение и профилактика. — 2017. — № 1 (21). — С. 57–62.

3. *Сетко, А.Г.* Гигиеническая оценка факторов внутришкольной среды и организации учебно-воспитательного процесса и их влияния на адаптационные резервы организма обучающихся кадетского училища / А.Г. Сетко, Е.А. Терехова // Профилактическая медицина-2017: сб. науч. тр. всерос. науч.-практ. конф. с междунар. участием, 6–7 дек. 2017 г. — СПб., 2017. — С. 41–50.

4. *Пошевицкая, Е.Л.* Формирование ценности здорового образа жизни кадетов общеобразовательных организаций / Е.Л. Пошевицкая // Формирование здорового образа жизни детей и подростков: традиции и инновации : материалы IV Междунар. науч.-практ. конф, Белгород, 7 апр. 2017 г. — Белгород, 2017. — С. 78.

5. *Лукашова, Ю.А.* Организация питания и здоровье воспитанников кадетских школ-интернатов / Ю.А. Лукашова // Конференция молодых ученых, посвященная 80-летию РМАПО : сб. материалов. — М., 2010. — С. 81–82.

Поступила 08.11.2020

## МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАЦИЕНТОВ С АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМОЙ ПАТОЛОГИЕЙ

<sup>1</sup>Семенов М. М., *muradin-81@mail.ru*,

<sup>1</sup>Лапик И. А., к. м. н., *lapik\_@inbox.ru*,

<sup>1</sup>Шаталова М. А., *shatalovama\_med@mail.ru*,

<sup>1</sup>Выборная К. В., *dombim@mail.ru*,

<sup>1</sup>Лавриненко С. В., *lavrinenko.sem@yandex.ru*,

<sup>1</sup>Раджаббадиев Р. М., *89886999800@mail.ru*,

<sup>1</sup>Зайнудинов З. М., д. м. н., *mailbox@ion.ru*,

<sup>1,2</sup>Никитюк Д. Б., д. м. н., профессор чл.-корр. РАН, *mailbox@ion.ru*

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский Университет), г. Москва, Россия

Характеристика телосложения человека используется в медицине для анализа генетической предрасположенности к различным патологиям и для разработки индивидуальных подходов к профилактике и лечению заболеваний [1]. Одной из распространенных схем соматотипирования является схема Хит-Картера [3], оценка соматотипа по которой складывается из трех величин, характеризующих в баллах степень жиротложения (эндоморфия), развитие скелета и мышц (мезоморфия) и вытянутости тела (экторморфия). Компоненты соматотипа по данной схеме рассчитываются по формулам на основании измерения 10 антропометрических признаков [3]. Преимуществом схемы соматотипирования по Хит-Картеру является оценочная шкала в широком диапазоне, которая применима для всех людей в возрасте от 2 до 70 лет, независимо от пола и расы. В ряде работ установлена связь оценки соматотипа по схеме Хит-Картера с различными патологиями [4].

Цель исследования — изучить морфофункциональные особенности пациентов с алиментарно-зависимой патологией.

На базе клиники ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» в 2019 г. были обследованы пациенты (n = 104), имеющие в анамнезе следующие алиментарно-зависимые патологии — ожирение различной степени и сахарный диабет 2-го типа. У испытуемых определяли тотальные, продольные, поперечные, обхватные размеры тела и толщины кожно-жировых складок на различных участках туловища и конечностях.

Антропометрические измерения проводили по стандартной методике, принятой в НИИ и Музее антропологии МГУ им. М.В. Ломоносова [2]. Индекс массы тела (далее — ИМТ) рассчитывали по формуле Кетле (Индекс Кетле = Масса тела, кг / Длина тела, м<sup>2</sup>) [2].

Соматотипы определяли по схеме Хит-Картера [3]. Для расчета компонентов соматотипа эндоморфии (Эндо), мезоморфии (Мезо) и эктоморфии (Экто) измеряли следующие антропометрические показатели: длину и массу тела, обхват напряженного плеча, обхват голени, поперечный

диаметр дистального эпифиза плечевой и бедренной костей, толщины кожно-жировых складок под лопаткой, на плече сзади, над подвздошным гребнем и на голени. На основе значений этих показателей использовали предложенные формулы [3]. Жизненную емкость легких (далее — ЖЕЛ) определяли спирометром «5260 Spirotest». Процентное отклонение ЖЕЛ от ДЖЕЛ (должная жизненная емкость легких) рассчитывали по формуле:

для женщин —  $ДЖЕЛ = \text{рост (см)} \times 0,049 - \text{возраст (лет)} \times 0,019 - 3,76$ ;

для мужчин —  $ДЖЕЛ = \text{рост (см)} \times 0,052 - \text{возраст (лет)} \times 0,028 - 3,2$ .

Отклонение ЖЕЛ от ДЖЕЛ —  $(ЖЕЛ / ДЖЕЛ \times 100 - 100)$  в норме  $\pm$  не более 20%.

Динамометрию проводили кистевым динамометром ДК-50 — для женщин, ДК-100 — для мужчин.

Все материалы исследования были собраны с соблюдением правил биоэтики и с подписанием протоколов информированного согласия. Обработка данных выполнялась с использованием программы MS Excel 2007 и Statistica 7. Проверку гипотезы нормальности распределения признаков по критерию Колмогорова-Смирнова, достоверность различия средних значений изучаемых признаков оценивали по t-критерию Стьюдента, статистически значимыми считали различия при  $p < 0,05$ .

Антропометрические показатели с учетом разделения обследованных пациентов по половозрастным группам представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Антропометрические показатели пациентов ( $M \pm \sigma$ )

Зрелый возраст	Мужчины				Женщины			
	n	ДТ, см	МТ, кг	ИМТ	n	ДТ, см	МТ, кг	ИМТ
1-й период	14	177,9 $\pm$ 4,7*	134,2 $\pm$ 22,6*	42,5 $\pm$ 7,7	15	166,2 $\pm$ 5,8*	113,4 $\pm$ 17,3*	40,8 $\pm$ 4,0
2-й период	12	176,5 $\pm$ 4,9*	125,8 $\pm$ 31,8	40,5 $\pm$ 10,5	63	163,5 $\pm$ 6,4*	110,9 $\pm$ 24,8	41,6 $\pm$ 9,4
Все группы	26	177,3 $\pm$ 4,7*	130,3 $\pm$ 27,0*	41,6 $\pm$ 9,0	78	164,0 $\pm$ 6,3*	111,4 $\pm$ 23,5*	41,4 $\pm$ 8,6

\* Статистически значимые половые различия ( $p < 0,05$ ).

Примечания:

- 1) ДТ — длина тела;
- 2) МТ — масса тела;
- 3) ИМТ — индекс массы тела;
- 4) М — среднее арифметическое;
- 5)  $\sigma$  — стандартное отклонение.

При сравнении антропометрических показателей в подгруппах 1-го и 2-го периода зрелого возраста между мужчинами и женщинами обнаружены статистически значимые различия средних значений длины и массы тела ( $p < 0,05$ ). У мужчин длина тела была выше на 4%, масса тела на 18% по сравнению с женщинами в подгруппе 1-го периода зрелого возраста. По сравнению с женщинами в подгруппе 2-го периода зрелого возраста длина тела у мужчин выше на 7%, по массе тела достоверных различий нет. По показателю ИМТ с учетом и без учета возрастных групп значимых различий между мужчинами и женщинами не обнаружено. При сопоставлении антропометрических значений между возрастными группами 1-го и 2-го периода зрелого возраста у мужчин и женщин статистически значимых различий не обнаружено.

Оценка компонентов соматотипа (в баллах) пациентов по схеме Хит–Картера представлена в таблице 2.

Таблица 2. — Значение компонентов соматотипа пациентов по схеме Хит–Картера ( $M \pm \sigma$ )

Зрелый возраст	Мужчины				Женщины			
	n	Эндо	Мезо	Экто	n	Эндо	Мезо	Экто
1-й период	14	8,7 $\pm$ 1,7*	8,0 $\pm$ 1,5	0,1 $\pm$ 0,1	15	9,7 $\pm$ 0,4*	8,2 $\pm$ 1,2	0,1 $\pm$ 0,0
2-й период	12	8,1 $\pm$ 1,8*	7,7 $\pm$ 2,3	0,3 $\pm$ 0,5	63	9,4 $\pm$ 0,9*	8,1 $\pm$ 2,1	0,1 $\pm$ 0,1
Все группы	26	8,4 $\pm$ 1,7*	7,9 $\pm$ 1,8	0,2 $\pm$ 0,3	78	9,5 $\pm$ 0,8*	8,1 $\pm$ 1,9	0,1 $\pm$ 0,1

\* Статистически значимые половые различия ( $p < 0,05$ ).

Примечания:

- 1) М — среднее арифметическое;
- 2)  $\sigma$  — стандартное отклонение.

В сравнении компонентов соматотипа в подгруппе 1-го и 2-го периода зрелого возраста, а также без учета возраста между мужчинами и женщинами были обнаружены статистически значимые различия средних значений по эндоморфному компоненту. По сравнению с мужчинами эндоморфный компонент у женщин в подгруппе 1-го периода увеличивается на 11 %, в подгруппе 2-го периода на 16 % и без учета возраста на 13 %. В показателях мезо- и эктоморфия с учетом и без учета возрастных подгрупп статистически значимых половых различий не обнаружено. При сопоставлении значений компонентов соматотипа между возрастными группами 1-го и 2-го периода зрелого возраста у мужчин и женщин статистически значимых различий обнаружено не было.

Оценка физиометрических показателей пациентов с учетом половозрастных групп пациентов представлена в таблице 3.

Таблица 3. — Характеристика физиометрических показателей пациентов с учетом половозрастных групп ( $M \pm \sigma$ )

Зрелый возраст	Мужчины					Женщины				
	n	ДПР, кг	ДЛР, кг	ЖЕЛ, милл.	ЖЕЛ от ДЖЕЛ	n	ДПР, кг	ДЛР, кг	ЖЕЛ, милл.	ЖЕЛ от ДЖЕЛ
1-й период	14	44,4 ± 6,0*	41,4 ± 5,7*	3778,6 ± 583,3*	-25,1 ± 11,0	15	32,9 ± 7,8*	29,2 ± 6,7*	2823,3 ± 572,9*	-21,3 ± 16,5
2-й период	12	44,4 ± 6,5*	41,3 ± 7,1*	3300 ± 737,3*	-26,9 ± 16,9	63	30,1 ± 4,8*	27,5 ± 4,6*	2417,7 ± 581,3*	-23,2 ± 23,4
Все группы	26	44,4 ± 6,1*	41,3 ± 6,2*	3557,7 ± 689,4*	-25,9 ± 13,8	78	30,7 ± 5,6*	27,8 ± 5,1*	2496,8 ± 598,2*	-22,9 ± 22,1

\* Статистически значимые половые различия.  
Примечания:  
1) М — среднее арифметическое;  
2)  $\sigma$  — стандартное отклонение;  
3) выделение жирным — значимые возрастные различия ( $p < 0,05$ );  
4) ДПР — динамометрия правой руки в кг;  
5) ДЛР — динамометрия левой руки в кг;  
6) ЖЕЛ — спирометрия в миллилитрах;  
7) ЖЕЛ от ДЖЕЛ — процент отклонение ЖЕЛ от ДЖЕЛ (норма ± 20).

При сопоставлении значений физиометрических показателей в подгруппе 1-го и 2-го периода зрелого возраста, а также без учета возраста между мужчинами и женщинами были обнаружены статистически значимые различия средних значений по ДПР, ДЛР и ЖЕЛ. Так, по сравнению с мужчинами ДПР у женщин в подгруппе 1-го периода меньше на 35 %, в подгруппе 2-го периода на 48 % и без учета возраста на 45 % ( $p < 0,05$ ). Сравнительно с мужчинами ДЛР у женщин в подгруппе 1-го периода меньше на 42 %, в подгруппе 2-го периода на 50 % и без учета возраста на 48 % ( $p < 0,05$ ). По сравнению с мужчинами ЖЕЛ у женщин в подгруппе 1-го периода меньше на 34 %, в подгруппе 2-го периода на 32 % и без учета возраста на 42 % ( $p < 0,05$ ). В значениях показателя ЖЕЛ от ДЖЕЛ с учетом и без учета возрастных подгрупп статистически значимых половых различий не обнаружено. При сопоставлении значений физиометрических показателей между возрастными группами 1-го и 2-го периода зрелого возраста у мужчин и женщин статистически значимых различий обнаружено не было, кроме показателя ЖЕЛ у женщин. В сравнении у женщин 1-го периода зрелого возраста ЖЕЛ больше на 17 %.

В результате исследований были определены основные морфофункциональные характеристики пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями (ожирение различной степени и сахарный диабет 2-го типа), относящиеся к четырем половозрастным группам.

Обнаружены статистически значимые различия по длине тела с учетом и без учета возраста между мужчинами и женщинами; по массе тела различия обнаружены 1-м возрастном периоде и на слитом массиве; по показателю ИМТ значимых половых различий обнаружено не было. Также нам не удалось обнаружить статистически достоверных различий между возрастными подгруппами 1-го и 2-го периодов зрелого возраста у мужчин и женщин. Результаты исследования показали, что у обследованных пациентов при минимальных значениях компонента эктоморфии баллы компонентов соматотипа эндоморфии и мезоморфии были больше в 1,5 раза по сравнению с популяционными данными условно-здоровых людей, обследованных Yang L. T.

et al. (2016) [5]. В нашем исследовании не обнаружено достоверных различий компонентов соматотипа между возрастными подгруппами 1-го и 2-го периода зрелого возраста как у мужчин, так и у женщин. Установлены статистически значимые различия по эндоморфному компоненту, как с учетом возрастных групп, так и на слитом массиве — значение балла эндоморфии у женщин значимо выше, чем у мужчин. По физиометрическим показателям мужчины имеют достоверные различия от женщин по показателям ДПР, ДЛР и ЖЕЛ с учетом и без учета возрастных групп.

Таким образом, у пациентов развит как эндоморфный, так и мезоморфный компонент, характеризующий развитие костной и мышечной ткани. По мезоморфному компоненту не обнаружено достоверно значимых различий с учетом возраста и пола. У женщин значения компонента эндоморфии больше, чем у мужчин, который характеризует степень развития жировой ткани.

Выявленные особенности соматотипологического статуса лиц 1 и 2 зрелого возраста обоего пола могут быть использованы для назначения диетотерапии пациентов с алиментарно-зависимыми заболеваниями.

По физиометрическим показателям видно, что возрастные подгруппы практически не отличаются друг от друга, а в аспекте полового диморфизма прослеживается превосходство мужчин.

В клинической практике результаты данной работы могут быть использованы при разработке индивидуальных подходов к профилактике и лечению заболеваний у представителей различных морфологических конституций.

## Литература

1. Букавнева, Н. С. Конституциональные особенности больных с алиментарно зависимой патологией / Н. С. Букавнева, Д. Б. Никитюк // Морфологические ведомости. — 2008. — Т. 1, № 1–2. — С. 145–146.
2. Мартиросов, Э. Г. Применение антропометрических методов в спорте, спортивной медицине и фитнесе : учеб. пособие / Э. Г. Мартиросов, С. Г. Руднев, Д. В. Николаев. — М. : Физическая культура, 2010. — 120 с.
3. Carter, J. E. L. The heath-carter anthropometric somatotype: instruction manual / J. E. L. Carter; San Diego State University. — San Diego, CA, 2002. — 26 p.
4. Koleva, M. Somatotype and disease prevalence in adults / M. Koleva, A. Nacheva, M. Boev // Reviews on environmental health. — 2002. Т. 17, № 1. — С. 65–84.
5. Study on the adult physique with the Heath-Carter anthropometric somatotype in the Han of Xi'an, China / L. T. Yang [et al.] // Anatomical science international. — 2016. — Т. 91, № 2. — С. 180–187.

Поступила 01.11.2020

## МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПОТРЕБЛЕНИЯ СОЛИ

Федоренко Е. В., к. м. н., доцент, [pitanie\\_f@rspch.by](mailto:pitanie_f@rspch.by),  
Величко О. О., [velichkoolgao@mail.ru](mailto:velichkoolgao@mail.ru)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Неинфекционные заболевания (далее — НИЗ) являются актуальной проблемой в глобальном масштабе. Эти болезни, как правило, имеют продолжительное течение и являются результатом воздействия комбинации генетических, физиологических, средовых и поведенческих факторов. В мире ежегодно 71 % от всех случаев смерти составляет смертность от неинфекционных заболеваний. В Республике Беларусь в 2015 г. НИЗ являлись причиной 89 % всех смертей, что превышает глобальный показатель смертности от указанной группы заболеваний.

Развитию НИЗ способствуют такие объективные факторы, как быстрая и неуправляемая урбанизация, глобализация нездорового образа жизни и увеличение продолжительности жизни. Нездоровое питание и недостаточная физическая активность результируются в виде метаболических факторов риска — повышенного кровяного давления, гиперлипидемии, нарушения липидного обмена и ожирения.

Последние годы опубликовано большое количество работ, определяющих вклад фактора питания в смертность от сердечно-сосудистых заболеваний (далее — ССЗ). Эпидемиологические исследования свидетельствуют, что в среднем в 51 стране европейского региона Всемирной организацией здравоохранения (далее — ВОЗ) за период с 1990 по 2016 гг. 22,4 % всех смертей и 49,2 % случаев смерти от ССЗ ассоциированы с факторами питания [1]. При этом избыточное потребление соли находится на 5 ранговом месте по вкладу в смертность от данной группы болезней, после низкого уровня потребления цельнозерновых продуктов, орехов и семян, фруктов и морепродуктов. Изменение структуры потребления пищевых продуктов, в том числе пищевых привычек и потребительских предпочтений на индивидуальном уровне, является в значительной степени управляемым фактором. В отношении соли потребителю крайне сложно влиять на ее уровень, поскольку она зачастую является пищевым ингредиентом многокомпонентных продуктов и реальное содержание поваренной соли (далее — NaCl) потребителю неизвестно. Поэтому указанный компонент является на сегодняшний день приоритетным с точки зрения управления риском развития ССЗ.

Проблема повышенного потребления NaCl детерминирована социально-экономическими факторами и связана с развитием пищевой промышленности. В традиционных обществах потребление соли было низким (< 1 г в день), данный пищевой продукт представлял большую ценность и использовался в качестве консерванта. В условиях урбанизации и в настоящее время потребление соли увеличилось. При этом в развитых странах доступны и широко используются иные способы сохранения пищевой продукции — термическая обработка, охлаждение и заморозка. Однако традиционные пищевые технологии сохранились, потребитель привык употреблять высоко переработанные, готовые к употреблению продукты. Как следствие, доля поступающей с рационом соли за счет промышленно переработанных пищевых продуктов может достигать 75 % и более. При этом потребитель практически не может оценить и, следовательно, повлиять на уровень потребления обсуждаемого ингредиента.

Как показывают последние данные о потреблении указанного нутриента, в различных группах населения потребление значительно превышает физиологическую потребность. Избыток в рационе натрия (далее — Na) (более 2 граммов в день, что соответствует 5 граммам соли в день) и недостаточное поступление в организм калия (менее 3,5 грамма в день) способствуют повышению кровяного давления и увеличивают риск развития ССЗ и инсульта [1].

Сокращение потребления соли до рекомендуемого уровня на глобальном уровне могло бы способствовать предотвращению 1,7 миллиона случаев смерти в год [2]. Уровень потребления соли в Беларуси также является относительно высоким. В рамках исследования STEPS 2016–2017 гг. в Республике Беларусь отмечено, что в среднем респонденты употребляют 10,6 г поваренной соли в день (мужчины — 12,4 г/день, женщины — 9 г/день), что является одним из основных факторов риска артериальной гипертензии. В каждом случае потребление соли более чем в два раза превышает уровень потребления натрия, определенный ВОЗ как безопасный. При этом установлено, что респонденты осознают повышенный риск чрезмерного употребления соли в пище, но не знают рекомендуемого уровня. Следовательно, основная часть лиц, участвовавших в исследовании, имеет факторы риска развития ССЗ и нуждается в изменении своего рациона питания и образа жизни, а также контроле уровня артериального давления.

Учитывая значимость уровня потребления NaCl, важно своевременно выявлять указанный алиментарный фактор риска НИЗ, используя объективные методы оценки. В настоящее время разработан ряд соответствующих методов, имеющих свои преимущества и недостатки.

К лабораторным методам определения уровня потребления Na относят:

- оценку 24-часовой экскреции Na с мочой;
- определение Na в одномоментных одиночных и групповых анализах (точечные способы);
- экспресс-методы определения порога вкусовой чувствительности к поваренной соли (далее — ПВЧПС).

Поскольку более 90 % потребляемого натрия абсорбируется и выводится мочеполовой системой, 24-часовая экскреция натрия с мочой считается «золотым стандартом» для оценки потребления данного нутриента. Этот способ не гарантирует точных результатов без контроля с помощью реакции восстановления парааминобензойной кислоты, вследствие которой происходит отсеивание от 6 до 47 % суточной мочи. К недостаткам этого метода относят ограничение его использования в жарком климате и среди высокоактивных людей, поскольку в указанных случаях физиологические потери натрия другими путями могут быть гораздо выше 10 %, которые используются при обычных оценках [3]. Чтобы свести к минимуму ошибки, вызванные погрешностями сбора образцов, можно

оценить 24-часовую экскрецию креатинина. В физиологических условиях на указанный биохимический показатель в малой степени влияет сама почечная функция, но она коррелирует в основном с мышечной массой и пищевым поступлением обсуждаемого нутриента. К недостаткам этого метода можно отнести снижение экскреции натрия с увеличением возраста и влияние приема лекарственных препаратов [1].

Метод 24-часовой экскреции натрия с мочой применяется только в специально спланированных научных исследованиях в связи с тем, что он является дорогостоящим и сложным. Предпринимаются попытки заменить метод определения 24-часовой экскреции Na на одномоментные анализы указанного вещества в моче, но данные пока противоречивы. Корреляция Спирмена была недостаточно высокой с  $r$ , равными 0,39 и 0,49 для общепринятых моделей. Таким образом, пока точечные методы анализа мочи не обеспечивают адекватной валидности в оценке суточного потребления соли на индивидуальном уровне.

Разработан экспресс-метод определения ПВЧПС для выявления лиц с избыточным поступлением Na. Следует отметить, что чувствительность — не единственный фактор, влияющий на потребление NaCl, которое также во многом зависит от состояния полости рта. Кроме того, сравнительные исследования с «золотым стандартом» — оценкой 24-часовой экскреции натрия с мочой, отсутствуют.

Также применяются методы, основанные на оценке питания:

- расчет поступления соли по фактическому питанию, в том числе использование стандартизированных опросников, основанных на учете частоты, количества и состава потребляемых продуктов;

- применение мотивационных шкал, позволяющих косвенно судить о количестве поступающей соли.

Точное определение фактического рациона возможно только в заранее спланированных исследованиях, в которых четко определены состав продуктов, размер и кратность приема порций каждого из участников опроса. Основная сложность заключается в отсутствии точной информации по содержанию соли в промышленно переработанных продуктах. Поскольку информация о содержании NaCl в доступных базах данных ограничена, то пищевые источники, влияющие на потребление обсуждаемого ингредиента, часто могут быть идентифицированы недостаточно полно.

К обследованиям фактического питания потребителей относятся:

- метод взвешивания — фиксация веса продуктов до приема пищи и остатков (при наличии);
- дневник питания — ведение списка продуктов и напитков с примерной оценкой размера порции, сформированного респондентом во время приема пищи;

- метод 24-часового воспроизведения — оценка продуктов, употребленных в предшествующие 24 часа, с примерной оценкой размера порции, записанный по памяти;

- частотный метод, основанный на оценке рациона в зависимости от частоты потребления конкретных видов и объемов пищевых продуктов.

Методы взвешивания и ведения дневника питания являются субъективными, требуют серьезной мотивации, приверженности и определенной подготовки респондентов.

Метод 24-часового воспроизведения оценивается как наиболее достоверный. Поскольку результаты указанного исследования не репрезентативны в отношении характера питания в целом, его рекомендуется использовать в сочетании с другими методами, такими как опросники частоты приема пищи. Необходимо учитывать ежедневные вариации в питании, поэтому опрос повторяется несколько раз, охватывая рабочие и выходные дни недели. Результаты исследования субъективны, респонденты могут иметь предвзятость в отношении того, что они сообщают или неправильно оценивать размеры порций. 24-часовое воспроизведение питания не подходит для крупномасштабных исследований и является достаточно трудоемким и дорогостоящим.

С эпидемиологической целью для оценки нарушений пищевого поведения, в том числе избыточного потребления соли, используются стандартизированные опросники, валидированные для ряда стран, преимущественно с населением с высоким доходом — FFQ (Food Frequency Questionnaire) и его модификации: DHQII (Diet History Questionnaire II), DHQIII (Diet History Questionnaire III), NFAQ (NHANES Food Questionnaire) [3, 4].

Анкеты по частоте употребления пищевых продуктов (Food Frequency Questionnaire, FFQ) включают также инструмент быстрой оценки обогащения пищевых продуктов (Fortification Rapid Assessment Tool (далее — FRAT)).

FFQ оценивает частоту потребления в течение определенного периода времени (как правило — 30-дневного), он может дать более репрезентативную картину охвата обычного рациона и лучше фиксировать потребление продуктов, потребляемых время от времени или эпизодически, чем 24-ча-

совое воспроизведение. Выборка респондентов для FFQ может быть разработана таким образом, чтобы обеспечить охват целевых групп населения.

FRAT является гибридным опросником по частоте приема пищи и 24-часового воспроизведения и применяется для измерения потребления небольшого набора потенциально обогащенных пищевых продуктов. Информация в FFQ или FRAT обычно доступна только для ограниченного числа продуктов. Однако если они включают основные промышленно обработанные пищевые продукты, содержащие соль, то эти данные могут быть полезным источником информации.

Одним из недостатков FFQ и других ретроспективных методов является то, что они могут быть неточными, поскольку участники опроса полагаются на память, а не на информацию, записанную в реальном времени.

Анализ частоты потребления пищевой продукции с помощью опросников является наиболее распространенным методом в крупных эпидемиологических исследованиях взаимосвязи питания и здоровья и позволяет дифференцировать обследуемых на категории в зависимости от уровня потребления определенных пищевых продуктов, изучать зависимость между их потреблением и заболеваемостью. При этом отмечен низкий уровень согласия между 24-часовой экскрецией Na и FFQ. Часто расхождения в оценках потребления соли связаны с применением разных методов, определяющих состав продуктов.

Учитывая сложности количественного определения NaCl, китайские ученые предложили сделать акцент не на выявлении уровня Na, а на оценке информированности населения с помощью так называемой шкалы санитарной грамотности CHLSalt-HK, которая предполагает тестирование на понимание терминов, обозначений состава продуктов и этикеток, наличие знаний о содержании соли в продуктах, международных нормах потребления соли, болезнях, обусловленных избыточным поступлением Na, заблуждениях по поводу пользы NaCl. Оказалось, что потребление Na у лиц с высоким уровнем знаний на 3,928 балла ниже в сравнении с неосведомленными людьми (95 % ДИ 1,742–6,115). Шкала показала высокий уровень достоверности, хорошую внутреннюю согласованность и надежность повторного тестирования. Также ее преимуществом является короткая продолжительность обследования, составляющая не более 10–15 мин [5].

Одним из ограничений стандартизированных пищевых опросников является недостаточная точность и невозможность их использования в рамках скрининга из-за ограниченных временных ресурсов.

Таким образом, в настоящее время не существует стандартизированного, международно признанного метода, разработанного в качестве инструмента исследования для массового скрининга уровня натрия (соли) в рационах. В соответствии с рекомендациями по эпидемиологическому мониторингу при проведении эпидемиологических исследований для выявления избыточного поступления NaCl используются вопросы международного инструмента STEPS, не учитывающего национальные особенности потребления и фактические уровни содержания соли в пищевых продуктах. В Республике Беларусь научно обоснованные опросники, касающиеся потребления соли, отсутствуют.

Потребление соли также может быть изучено путем обследований домохозяйств, исследований рынка и данных розничной торговли, а также на основе отраслевых данных [4].

Обследование домохозяйств (Household Consumption and Expenditures Surveys, (далее — HCES)) с использованием методики «эквивалент взрослого мужчины» (Adult Male Equivalent) предполагает расчет потребления продукта на одного члена домохозяйства. Преимущество таких исследований заключается в низкой стоимости и достаточно надежной оценке потребления соледержащих продуктов. HCES не требует специального первичного сбора данных, а также позволяет охарактеризовать социально-экономический статус респондентов и географический регион, однако является менее точным, чем индивидуальные обследования питания. Для правильной интерпретации результатов по уровням потребления соли необходимо оценивать, какие источники потребления соли включены в исследование.

Выборочные обследования репрезентативной группы домохозяйств проводятся ежегодно. Результаты доступны в рамках национальной статистики. Данная информация может быть использована для идентификации популярных пищевых продуктов, типичной группы потребителей продукта, географических различий и основных отраслей, производящих и / или импортирующих такие продукты.

При исследовании рынка используют данные розничной торговли и отчеты маркетинговых исследований. Отчеты об исследованиях рынка обычно подробно описывают реализацию отдельных

пищевых продуктов, тенденции, отраслевой прогноз в отношении ключевых представителей пищевой промышленности и розничной продовольственной торговли, а также статистику продаж с разбивкой по группам населения.

В исследованиях розничного рынка используются стандартизированные методики и анкеты для определения размера и типичного охвата розничной торговой точки, наиболее продаваемых солесодержащих продуктов (по стоимости, частоте продажи и весу), маркировки продуктов, заявленного размера порции и количества натрия на размер порции, сведений о производителе продукта. Недостаток данного метода состоит в его трудоемкости и получении данных по выбранному региону в соответствии с задачей исследования.

Производители и импортеры соли, а также крупные предприятия пищевой промышленности и поставщики обладают данными о количестве, тенденциях и рынках солесодержащих пищевых продуктов. Информация производителей пищевой соли полезна для оценки доли обсуждаемого ингредиента, используемого перерабатывающей промышленностью, и выявления основных производителей пищевой продукции, использующих соль.

Во многих странах хлеб является основным продуктом питания и, соответственно, важным источником соли. Сведения о производстве хлебобулочных изделий, включая информацию о содержании обсуждаемого ингредиента, могут быть полезными для оценки рыночного охвата такой продукцией наряду с данными об их потреблении.

Информация от предприятий может дать представление о географии поставок и демографических характеристиках групп потребителей. Однако существенный недостаток данного метода состоит в сложностях ее получения и достоверности.

Национальные стандарты и технические условия, определяющие состав пищевых продуктов, также могут являться источником данных для оценки потенциального потребления соли с продуктами.

Таким образом, избыточное потребление соли является одним из существенных алиментарных факторов развития НИЗ, включая ССЗ. Национальные данные свидетельствуют об актуальности данной проблемы. Для обоснования профилактических программ требуется разработка национальных методов изучения потребления соли, основанных на фактических уровнях содержания указанного ингредиента в пищевых продуктах и их потребления с учетом международных рекомендаций.

## Литература

1. Максикова, Т. М. Избыточное потребление поваренной соли: эпидемиологическое значение и стратегии управления / Т. М. Максикова, А. Н. Калягин, П. В. Толстов // ОРГЗДРАВ: новости, мнения, обучение. Вестник ВШОУЗ. — 2019. — Т. 5, № 1. — С. 38–57.
2. Сокращение потребления соли [Электронный ресурс] // Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ). — Режим доступа: <https://www.who.int/ru/news-room/fact-sheets/detail/salt-reduction>. — Дата доступа: 09.11.2020.
3. McLean, R. M. Measuring population sodium intake: a review of methods / R. M. McLean // *Nutrients*. — 2014. — Vol. 6, iss. 11. — P. 4651–4662.
4. A review of methods to determine the main sources of salt in the diet [Electronic resource]. — Mode of access: <https://www.paho.org/hq/dmdocuments/2013/Methodos-determinar-fuentes-sodio-Eng.pdf>. — Date of access: 09.11.2020.
5. Development and validation of Chinese Health Literacy Scale for low Salt consumption — Hong Kong population (CHLSalt-HK) / P. H. Chau [et al.] // *PLoSOne*. — 2015. — Vol. 10, № 7. — Art. e0132303.

Поступила 16.12.2020

## ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ УРОВНЕЙ ПОСТУПЛЕНИЯ БИОЛОГИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫХ ВЕЩЕСТВ НА ПОКАЗАТЕЛИ ИММУНИТЕТА ЧЕЛОВЕКА

*Хисматуллин Д. Р., hisdr@fcrisk.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения», г. Пермь, Россия

Питание является одним из основных факторов, влияющих на здоровье человека. Рацион здорового питания создает условия для жизнедеятельности человека, обеспечивая оптимальное функционирование всех процессов в организме. Сбалансированное поступление пищевых компонентов оказывает мультикомпонентное защитное влияние на состояние здоровья и длительность здоровой жизни человека в целом, что обосновывает необходимость соблюдения рациона. В том числе правильное питание стимулирует иммунную систему. Несмотря на то что пища не может быть защитой от проникновения инфекции в организм, именно сбалансированный и полноценный характер питания создает условия для формирования своевременного и адекватного иммунного ответа.

«Какой рацион питания повышает иммунитет?» — самый частый вопрос, который адресуют диетологам во всем мире. Это рацион, богатый овощами, фруктами, ягодами, орехами, семенами, листовой зеленью, цельнозерновыми крупами, растительными маслами и молочными продуктами. Разнообразие питательных веществ — основа протективного рациона питания. Диета с высоким потреблением пищевых волокон, витаминов, минералов, пробиотиков и пребиотиков по-прежнему является приоритетной в сохранении здоровья. Следует обязательно ограничить потребление соли, добавленного сахара и транс-изомерных жирных кислот, содержание которых характерно для продуктов глубокой термической обработки, таких как колбасные изделия, мясные деликатесы, сладкие напитки, закуски, продукты быстрого приготовления [1].

Одним из наиболее важных пищевых компонентов, вносящих вклад в состояние иммунной системы, является белок. Белок является структурным элементом для построения антител. Высокой противовоспалительной и антиоксидантной активностью обладают продукты с высокой долей содержания витамина С и витамина Е и фитохимические вещества, такие как каротиноиды и полифенолы. Витамин D может осложнить проникновение вирусной клеточной инфекции, взаимодействуя с рецепторами входа в клетки (ангиотензинпревращающим ферментом 2). Пищевые волокна, ферментированные микробиотой кишечника в короткоцепочные жирные кислоты, также обладают противовоспалительным действием [2].

Актуальность улучшения иммунного состояния особенно остро встала перед мировым сообществом в свете пандемии коронавирусной инфекции, поэтому появилась необходимость в актуализации и дальнейшем изучении влияния питания на иммунную систему. Однако питание человека может различаться в зависимости от экономических, социальных и климато-географических характеристик. Остро стоит вопрос о создании метода, позволяющего оценить влияние питания на состояние иммунитета с учетом вышеприведенных различий.

С целью определения особенностей питания среди взрослых жителей Пермского края было проведено анкетирование. Анкета включала в себя информацию об основных продуктах питания, типе приготовления и суточном количестве потребляемого продукта. Параллельно с анкетированием среди участников опроса был проведен медицинский осмотр, частью которого стал отбор крови для проведения лабораторных анализов с целью измерения показателей иммунитета. Всего в опросе участвовало 374 респондента. Участниками опроса стали случайные рабочие предприятий нефтегазовой промышленности, расположенных на территории Пермского края. Из исследования были исключены рецензенты, принимающие дополнительные витаминные комплексы и имеющие заболевания, затрагивающие процесс пищеварения. В качестве показателей иммунитета выступили следующие элементы: Т-лимфоциты-хелперы, Т-лимфоциты-супрессоры, Т-лимфоциты с рецепторами к интерлейкину-2.

Выполнен статистический анализ с целью обнаружения влияния структуры потребления на активность изучаемых Т-лимфоцитов. Продукты, в совокупности влияющие на определенный маркер иммунитета, были объединены в индекс. Полученные индексы учитывают влияние рациона питания, учитывая положительное и отрицательное влияние биологически значимых веществ. Помимо этого полученные индексы учитывают долю вклада каждого вещества в изменение активности иммунной системы. Компонентный состав индексов приведен в таблице 1.

Таблица 1. — Параметры полученных моделей

Индекс	Влияние	Макро-, микроэлементы (позитивное действие)	Макро-, микроэлементы (отрицательное действие)
M1	Т-лимфоциты-хелперы	B1, B2, Mg, Cr, белки, жиры, холестерин	
M2	Т-лимфоциты-супрессоры	B1, Ca, углеводы, ккал, аскорбиновая кислота, холестерин	
M3	Т-лимфоциты с рецепторами к интерлейкину-2	Холестерин, жиры, Cr	Ккал, Se, Mn

Наличие холестерина в каждом индексе объясняется его доказанной связью с интенсивностью иммунной системы. Исходя из имеющихся литературных данных, метаболизм холестерина связан с процессами воспаления и может изменяться под воздействием провоспалительных цитокинов. Однако наибольший вклад в иммунную защиту организма холестерин оказывает, участвуя в синтезе витамина D. Т-клетки адаптивного иммунитета признаны важным объектом иммуномодулирующего действия различных форм витамина D. В литературе встречаются 4 потенциальных механизма, посредством которых витамин D может влиять на функцию Т-клеток: 1) прямое, эндокринное влияние на Т-клетки, опосредованное системно циркулирующим кальцитриолом; 2) прямое, интракринное преобразование 25(OH)D в кальцитриол в Т-клетках; 3) прямое, паракринное влияние кальцитриола на Т-клетки в результате конверсии 25(OH)D в кальцитриол в моноцитах или ДК; 4) косвенное воздействие на представление антигена Т-клеткам через локальные АПК, стимулированные кальцитриолом [3].

На основании полученных данных выполнено построение логистических регрессий зависимости показателей иммунитета от индексов питания. На рисунке 1 отображена полученная зависимость вероятности отклонения от нормы Т-лимфоцитов-хелперов при изменении индекса M1 ( $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,76$ ).

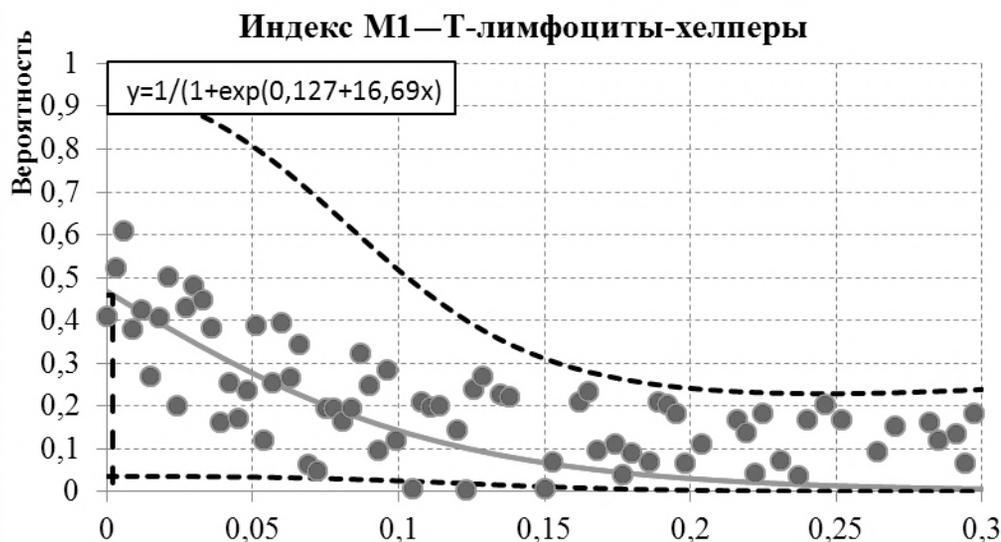


Рисунок 1. — Зависимость активности Т-лимфоцитов-хелперов от индекса M1

Важную роль в формировании Т-лимфоцитов-хелперов играют белки. Протеины играют ключевую роль в функциональной активности иммунной системы, так как все регуляторные цитокины, рецепторы и ферменты представляют собой белковые молекулы. Значительное воздействие на иммунный статус оказывает снижение белка в рационе ниже определенной критической границы, различной для каждого вида животных, а также людей. Белковая недостаточность наблюдается в клинике при терминальных онкологических состояниях, вторичном иммунодефиците и т.д. Ингибируется синтез цитокинов Т-хелперами, что обуславливает супрессию общего и локального иммунного ответа на бактериальные антигены [4].

На рисунке 2 показана полученная логистическая зависимость вероятности отклонения от нормы Т-лимфоцитов-супрессоров при изменении индекса M2 ( $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,58$ ).

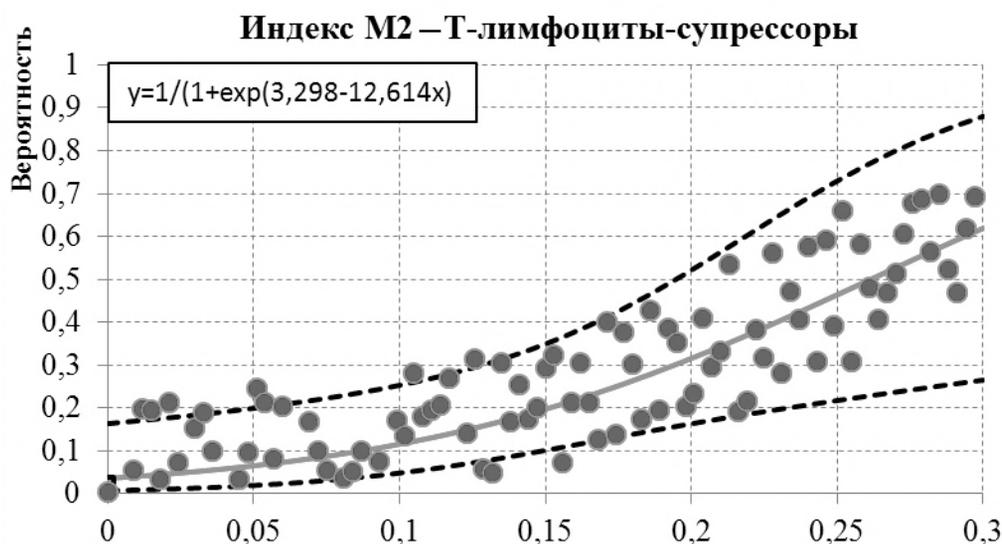


Рисунок 2. — Зависимость активности Т-лимфоцитов-супрессоров от индекса M2

Активность Т-лимфоцитов-супрессоров напрямую зависит в том числе от аскорбиновой кислоты (далее — АК). АК, также известная как витамин С, — важный сопутствующий субстрат большого класса ферментов. АК важна при всех стрессовых состояниях, которые связаны с воспалительными процессами и иммунитетом. Витамин С в лимфоцитах отвечает за усиление дифференцировки и пролиферацию В- и Т-клеток, вероятно, из-за его эффектов регуляции генов [5].

Полученная зависимость вероятности отклонения от нормы Т-лимфоцитов с рецепторами к интерлейкину-2 при изменении индекса M1 отображена на рисунке 3 ( $p < 0,05$ ,  $R^2 = 0,11$ ).

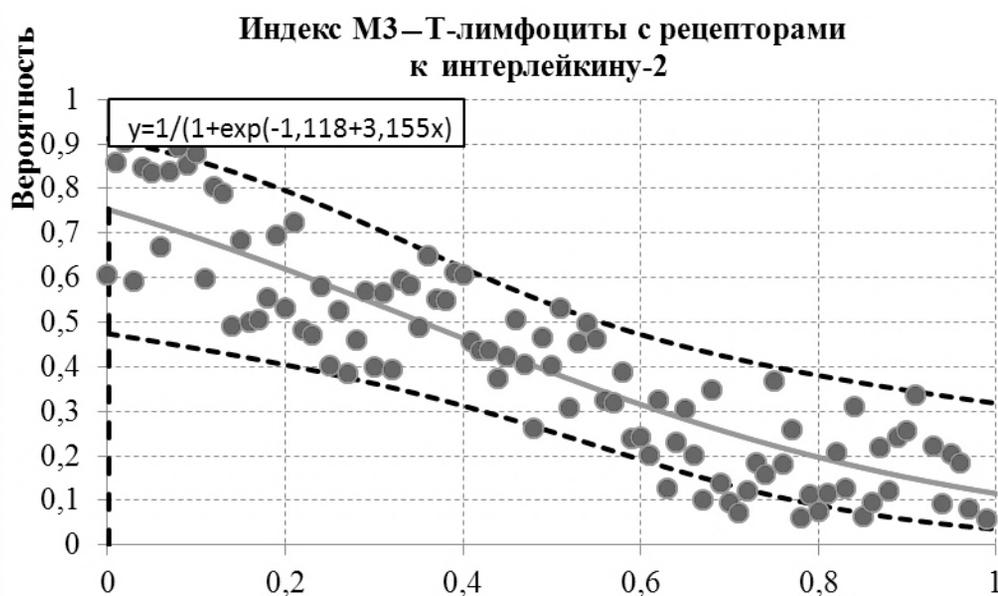


Рисунок 3. — Влияние индекса M3 на активность Т-лимфоцитов с рецепторами к интерлейкину-2

Правильное питание способно стимулировать иммунную систему, тем самым увеличивая шансы организма на успешное противостояние инфекционным заболеваниям.

Полученные индексы позволят оценить достаточность / нормальность поступления питательных веществ с точки зрения потребностей иммунной системы. Созданные на основании этих индексов зависимости «экспозиция–ответ» позволят оценить текущее состояние нарушения функциональности иммунной системы, связанное с нарушением структуры питания на популяционном уровне, и формировать рекомендации по корректировке данной ситуации.

### Литература

1. Childs, C.E. Diet and Immune Function / C.E. Childs, P.C. Calder, E.A. Miles // *Nutrients*. — 2019. — Vol. 11, iss. 8. — Art. 1933.
2. Иммунитет: традиционные представления и новые данные о формировании иммунного ответа в онтогенезе / Е.М. Булатова [и др.] // *Педиатрическая фармакология*. — 2008. — Т. 5, № 5. — С. 79–87.
3. Пигарова, Е.А. Влияние витамина D на иммунную систему / Е.А. Пигарова, А.В. Плещеев, Л.К. Дзеранова // *Иммунология*. — 2015. — Т. 36, № 1. — С. 62–66.
4. Парахонский, А.П. Влияние недостатка микроэлементов на иммунную систему / А.П. Парахонский // *Наука в современном мире: материалы XXX Междунар. науч.-практ. конф. (31 июля 2017 г.): сб. науч. тр. / науч. ред. С.П. Акутина*. — М.: Перо, 2017. — С. 45–48.
5. Современные особенности питания и иммунная система / И.М. Петров [и др.] // *Сиб. мед. журн. (Иркутск)*. — 2006. — Т. 64, № 6. — С. 10–14.

Поступила 09.11.2020

## АНТИОКСИДАНТНЫЕ СВОЙСТВА МУЛЬТИКОМПОНЕНТНЫХ КОМПОЗИТОВ НА ОСНОВЕ $\beta$ - И $\gamma$ -ЦИКЛОДЕКСТРИНОВ

<sup>1</sup>Цыганков В. Г., к. м. н., доцент, [vgz@tut.by](mailto:vgz@tut.by),

<sup>2</sup>Курченко В. П., к. б. н., доцент, [kurchenko@tut.by](mailto:kurchenko@tut.by),

<sup>2</sup>Головач Т. Н., к. б. н., доцент, [halavachtn@gmail.com](mailto:halavachtn@gmail.com),

<sup>1</sup>Бондарук А. М., к. м. н., [bam-1962@tut.by](mailto:bam-1962@tut.by),

<sup>2</sup>Чудновская Е. В., [chudno\\_elena@mail.ru](mailto:chudno_elena@mail.ru)

<sup>1</sup>Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь

Многолетние исследования в области нутрициологии, гигиены питания, диетологии показали, что зачастую комбинации биологически активных веществ в определенных соотношениях позволяют значительно усилить их действие по сравнению с монокомпонентными аналогами и тем самым повысить биологическую ценность обогащенной этими комплексами специализированной пищевой продукции. Поэтому поиск эффективных комбинаций традиционно используемых биологически активных соединений, растительных экстрактов и препаратов для создания новых композиций, обладающих оптимизированными физико-химическими свойствами и биологическими активностями, является актуальным [1].

Особого внимания заслуживает решение проблемы комбинирования в составе одного препарата соединений с кардинально разнящимися физико-химическими свойствами. Так, вещества, обладающие низкой термо- и фотостабильностью, активно окисляющиеся под воздействием кислорода воздуха или активных компонентов, присутствующих в композиции, накладывают ограничения на качественный состав продукта, сроки годности, а также требуют особых условий хранения. Также определенную сложность представляет создание композиций, включающих в состав одновременно гидрофильные и гидрофобные соединения [2]. Одним из перспективных направлений решения описанной выше проблемы представляется использование в составе специализированной пищевой продукции не нативных биологически активных соединений, микро-

и макронутриентов, а мультикомпонентных композиций на основе циклодекстринов. Молекулы циклодекстринов представляет собой структуру, имеющую гидрофобную внутреннюю полость и гидрофильную внешнюю поверхность. Это так называемые молекулярные контейнеры, которые способны удерживать во внутренней полости неполярные молекулы вещества [3]. Пространственная геометрия молекул циклодекстринов позволяет различным соединениям размещаться во внутренней гидрофобной полости с образованием молекулярного комплекса типа «гость-хозяин», что придает гидрофобным молекулам «гостя» уникальное свойство растворяться в водной фазе за счет гидрофильной наружной поверхности молекулярного контейнера. Комплексы, образуемые с циклодекстринами, относятся к комплексам включения или клатратам. Циклодекстрин в составе комплекса включения, защищает молекулу «гостя» от повреждения различными активными соединениями, что значительно расширяет возможности комбинирования биологически активных соединений в составе композитов [4]. Для создания композитов были использованы  $\beta$ - и  $\gamma$ -циклодекстрины, которые различаются объемом гидрофобной полости. Различие во внутренней гидрофобной полости циклодекстринов позволит получать клатраты с молекулами биологически активных веществ различного размера. Учитывая значительный интерес к антиоксидантным свойствам биологически активных веществ и пищевой продукции, в связи с участием свободных радикалов в процессах повреждения биологических структур, была сделана попытка оценить антиоксидантные свойства некоторых нутриентов, как поодиночке, так и в составе их смесей. Однако, так как эти вещества обладают различными физико-химическими свойствами, в частности гидрофильностью и гидрофобностью, создать просто механически такую смесь не представляется возможным. В связи с этим были созданы комплексы нутриентов на основе  $\beta$ - и  $\gamma$ -циклодекстринов.

*Цель работы.* Провести исследование антиоксидантной активности (далее — АОА) комплексов включения  $\beta$ -циклодекстрина и  $\gamma$ -циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами, витаминами А, D<sub>3</sub> и их мультикомпонентными композитами.

В работе использовали концентрат сывороточных белков молока (КСБ-УФ-80, ТУ ВУ 100 377 914.550–2008), фермент Alcalase® 2.4L (КФ 3.4.21.62, алкалаза — протеаза из *Bacillus licheniformis*, активность 2,4 ЕА/г; Sigma, США). Витамин D<sub>3</sub>, содержит 0,425 мг в 1 мл триглицеридов (СП ОО «Фармлэнд», Беларусь). Витамин А, содержит 34,4 мг ретинол ацетата в 1 мл масла подсолнечного рафинированного дезодорированного (ПРАТ «Технолог», Украина). Масло оливковое (Италия). Ацетонитрил (HPLC Gradientgrade, «Fisher Chemical», США), уксусная кислота ледяная (ХЧ, ГОСТ 61–75, АО «Реахим», Россия),  $\beta$ -циклодекстрин («Sigma», США),  $\gamma$ -циклодекстрин («Chem-Imrex», США).

Готовили растворы, содержащие циклодекстрины и ультрафильтраты гидролизатов в массовом соотношении 2 : 1. Полученные растворы циклического олигосахаридов и гидролизатов инкубировали в течение 4 ч при температуре 50 °С в условиях постоянного перемешивания (200 об/мин). Для последующего анализа образцы клатратов лиофильно высушивали при температуре минус 53 °С, давлении 0,1 атм в течение 24–48 ч.

Для получения комплексов включения с витамином D<sub>3</sub> к 10 г циклодекстрина добавляли 100 мл воды и 10 мл витамина D<sub>3</sub>. Суспензию нагревали до 50 °С при перемешивании на магнитной мешалке. Реакцию комплексообразования проводили 60 мин. После завершения реакции суспензию помещали в холодильник на 24 часа при 6 °С. В 1 мл комплекса содержится 0,1 г циклодекстрина и 0,085 г витамина D<sub>3</sub>. Для получения комплексов включения с витамином А к 25 г циклодекстрина добавляли 100 мл воды и 40 мл витамина А. Реакцию комплексообразования проводили аналогично с витамином D<sub>3</sub>. В 1 мл комплекса содержится 0,25 г циклодекстрина и 0,0138 г витамина А. Для получения комплексов включения жирных кислот к 50 г циклодекстрина добавляли 250 мл воды и 60 мл оливкового масла. Реакцию комплексообразования проводили аналогично с витамином D<sub>3</sub>. В 1 мл комплекса содержится 0,2 г циклодекстрина и 0,24 г оливкового масла. Полученные комплексы циклодекстрина с витаминами D<sub>3</sub>, А и жирными кислотами хранили в холодильнике.

Для оценки антиоксидантной активности опытных образцов применяли флуориметрический метод ORAC (Oxygen Radical Absorbance Capacity) — основанный на измерении уменьшения интенсивности флуоресценции флуоресцеина, что наблюдается при его связывании с кислородными радикалами [5]. Антиоксиданты в реакционной среде, взаимодействуя с радикалами, замедляют свободнорадикальное окисление флуоресцеина. Степень уменьшения его флуоресценции — это мера степени дегградации флуоресцеина под воздействием кислородных радикалов. Подход, использованный в работе, основан на определении АОА образцов по их способности связывать свободные радикалы, образованные в системе Фентона.

*Ход работы.* В кювету вносили 0,02 мл 2 мкМ раствора флуоресцеина и 1,98 мл 0,1 М Na-фосфатного буфера. Прописывали спектр. Полученные значения пика флуоресценции принимали за 100 %. В кювету вносили 0,02 мл 2 мкМ раствора флуоресцеина, 0,2 мл 1 мМ раствора Fe<sup>2+</sup> с ЭДТА, 1,58 мл 0,1 М Na-фосфатного буфера и 0,2 мл 0,01 М раствора H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. При взаимодействии Fe<sup>2+</sup> с H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (реакция Фентона) образующиеся радикалы подавляли свечение флуоресцеина. Полученные значения пика флуоресценции принимали за минимальное.

В кювету вносили 0,02 мл 2 мкМ раствора флуоресцеина, 0,2 мл 1 мМ раствора Fe<sup>2+</sup> с ЭДТА, 0,2 мл нативного белка — гидролизата (0–10 мг/мл белка) и 1,38 мл 0,1 М Na-фосфатного буфера. Реакцию начинали добавлением 0,2 мл 0,01 М раствора H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. Полученные значения пиков флуоресценции выражали в процентах, взяв за 100 % флуоресценцию раствора без Fe<sup>2+</sup>, ЭДТА, гидролизата и пероксида водорода.

*Расчет показателей АОА.* Степень интенсивности флуоресценции (А, %), рассчитывали по формуле (1):

$$A = \frac{Fl_0 - Fl}{Fl_0} \times 100 \quad (1)$$

где  $Fl_0$  — интенсивность флуоресценции исходного раствора;

$Fl$  — интенсивность флуоресценции раствора после добавления антиоксиданта.

Строили графики зависимости интенсивности флуоресценции (А, %) от содержания сухого вещества в анализируемых образцах. Согласно полученному уравнению, рассчитывали концентрацию пробы IC<sub>50</sub>, соответствующую 50 % ингибированию флуоресценции. Результаты независимых экспериментов представлены как среднее арифметическое значение ± доверительный интервал. Достоверность различий между выборками данных определяли методом доверительных интервалов.

Определение АОА комплексов включения β-циклодекстрина и γ-циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами, витаминами А, D<sub>3</sub> и их мультикомпонентных композитов показало их способность связывать свободные радикалы. Это приводит к замедлению свободнорадикального окисления флуоресцеина. Согласно полученным данным, строили графики зависимости интенсивности флуоресценции от концентрации комплексов в анализируемых образцах. Далее рассчитывали концентрацию пробы IC<sub>50</sub>, соответствующую 50 % подавлению флуоресценции. В таблице 1 представлены результаты сравнительного анализа АОА образцов комплексов включения β-циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами, витаминами А, D<sub>3</sub> и их мультикомпонентным композитом.

Таблица 1. — Характеристика АОА комплексов включения β-циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами, витаминами А, D<sub>3</sub> и их мультикомпонентным композитом

Наименование образца	IC <sub>50</sub> , мкг (сухого вещества) / мл
Комплекс включения витамина D <sub>3</sub> в β-циклодекстрин	45,7 ± 1,5
Комплекс включения витамина А в β-циклодекстрин	80,0 ± 2,2
Комплекс включения жирных кислот в β-циклодекстрин	25,4 ± 2,3
Комплекс включения пептидов гидролизата белков сыворотки молока в β-циклодекстрин	105,7 ± 4,6
Мультикомпонентные композиты β-циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами и витаминами А, D <sub>3</sub>	140,0 ± 2,2

АОА убывает в ряду исследованных образцов: мультикомпонентные композиты β-циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами и витаминами А, D<sub>3</sub>; комплекс включения пептидов гидролизата белков сыворотки молока в β-циклодекстрин; комплекс включения витамина А в β-циклодекстрин; комплекс включения витамина D<sub>3</sub> в β-циклодекстрин; комплекс включения жирных кислот в β-циклодекстрин.

В таблице 2 представлены результаты сравнительного анализа АОА образцов комплексов включения γ-циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами, витаминами А, D<sub>3</sub> и их мультикомпонентным композитом.

Таблица 2. — Характеристика АОА комплексов включения  $\gamma$ -циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами, витаминами А, D<sub>3</sub> и их мультикомпонентным композитом

Наименование образца	IC <sub>50</sub> , мкг (сухого вещества) / мл
Комплекс включения витамина D <sub>3</sub> в $\gamma$ -циклодекстрин	75,7 ± 1,5
Комплекс включения витамина А в $\gamma$ -циклодекстрин	90,0 ± 2,2
Комплекс включения жирных кислот в $\gamma$ -циклодекстрин	27,4 ± 2,3
Комплекс включения пептидов гидролизата белков сыворотки молока в $\gamma$ -циклодекстрин	125,7 ± 4,6
Мультикомпонентные композиты $\gamma$ -циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами и витаминами А, D <sub>3</sub>	155,0 ± 2,2

АОА убывает в ряду исследованных образцов: мультикомпонентные композиты  $\gamma$ -циклодекстрина с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами и витаминами А, D<sub>3</sub>; комплекс включения пептидов гидролизата белков сыворотки молока в  $\gamma$ -циклодекстрин; комплекс включения витамина А в  $\gamma$ -циклодекстрин; комплекс включения витамина D<sub>3</sub> в  $\gamma$ -циклодекстрин; комплекс включения жирных кислот в  $\gamma$ -циклодекстрин. Антиоксидантная активность комплекса включения с гидролизатом белков сыворотки молока, жирными кислотами, витаминами А, D<sub>3</sub> и их мультикомпонентным композитом наиболее эффективна при комплексообразовании с  $\gamma$ -циклодекстрином.

Разработанные оптимизированные по составу композиты циклодекстринов с пептидами глубоких гидролизатов белков сыворотки молока, гидрофобными биологически активными веществами: жирорастворимыми витаминами D<sub>3</sub>, А и жирными кислотами могут использоваться длянутрицевитивной поддержки медицинской помощи и создания специализированных пищевых продуктов с антиоксидантными свойствами.

### Литература

1. Raikos, V. Health-promoting properties of bioactive peptides derived from milk proteins in infant food: a review / V. Raikos, T. Dassios // Dairy Sci. & Technol. — 2014. — Vol. 94. — P. 91–101.
2. Taste modification of amino acids and protein hydrolysate by acyclodextrin / G.A. Linde [et al.] // Food Res. Int. — 2009. — Vol. 42. — P. 814–818.
3. Szente, L. Cyclodextrins as food ingredients / L. Szente, J. Szejtli // Trends Food Sci. Technol. — 2004. — Vol. 15, № 3–4. — P. 137–142.
4. A cell-penetrating peptide conjugated carboxymethyl- $\beta$ -cyclodextrin to improve intestinal absorption of insulin / L. Yang [et al.] // Int. J. Biol. Macromol. — 2018. — Vol. 111. — P. 685–695.
5. Cao, G.H. Oxygen Radical Absorbency Capacity Assay for Antioxidants / G.H. Cao, H.M. Alessio, R.G. Cutler // Free Radicals in Biology and Medicine. — 1993. — Vol. 14, № 3. — P. 303–311.

Поступила 13.11.2020

# ПОЛУЧЕНИЕ КЛАТРАТОВ В-ЦИКЛОДЕКСТРИНА С ПРОДУКТАМИ ФЕРМЕНТАТИВНОГО ГИДРОЛИЗА БЕЛКОВ КОРОВЬЕГО МОЛОКА, ХАРАКТЕРИСТИКА ПЕПТИДНОГО СОСТАВА И ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ

<sup>1</sup>Цыганков В. Г., к. м. н., доцент, [vgz@tut.by](mailto:vgz@tut.by),

<sup>2</sup>Курченко В. П., к. б. н., доцент, [kurchenko@tut.by](mailto:kurchenko@tut.by),

<sup>2</sup>Головач Т. Н., к. б. н., доцент, [halavachtn@gmail.com](mailto:halavachtn@gmail.com),

<sup>1</sup>Бондарук А. М., к. м. н., [bam-1962@tut.by](mailto:bam-1962@tut.by),

<sup>2</sup>Чудновская Е. В., [chudno\\_elen@mail.ru](mailto:chudno_elen@mail.ru),

<sup>2</sup>Капустин М. А., [maximkapustin84@gmail.com](mailto:maximkapustin84@gmail.com),

<sup>1</sup>Журихина Л. Н., к. б. н., [lzurichina25@gmail.com](mailto:lzurichina25@gmail.com),

<sup>1</sup>Осипова Т. С., [osits80@gmail.com](mailto:osits80@gmail.com),

<sup>1</sup>Свинтилова Т. Н., [tut105@tut.by](mailto:tut105@tut.by)

<sup>1</sup>Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск Республика Беларусь;

<sup>2</sup>Учреждение образования «Белорусский государственный университет», г. Минск, Республика Беларусь

В научной литературе на сегодняшний день описано более 7000 различных встречающихся в природе пептидов, которые в организме действуют как: гормоны, нейротрансмиттеры, факторы роста, лиганды ионных каналов или противомикробные средства [1]. Пептиды также проявляют себя как сигнальные молекулы, связывающиеся со специфическими поверхностными рецепторами клеток, такими как, например, G-белок-связанные рецепторы или ионными каналами, запуская тем самым каскад внутриклеточных реакций [2]. В настоящее время накопилось значительное количество данных о биологической активности пептидов коровьего молока, полученных в первую очередь ферментативным гидролизом белков коровьего молока. Биологически активные пептиды получают из казеина,  $\alpha$ -лактальбумина,  $\beta$ -лактоглобулина, лактоферрина и иммуноглобулинов в процессе гидролиза собственными ферментами пищеварения или иными экзогенными ферментами в условиях *in vitro*.

Среди продуктов протеолитического расщепления  $\beta$ -лактоглобулина,  $\alpha$ -лактоальбумина, лактоферрина и альбумина коровьего молока обнаружены ингибиторы ангиотензинпревращающего энзима, опиоидные пептиды — агонисты опиатных рецепторов, антимикробные пептиды, пептиды с иммуномодуляторным и гипохолестеролемическим действием и др.

Ферментные гидролизаты белков коровьего молока имеют низкий аллергенный потенциал и высокую питательную ценность. Они добавляются в специальные детские, спортивные и диетические формулы питания [3]. Кроме того, кисломолочные продукты (йогурт, кефир, сметана, сыр) имеют длинную историю применения в качестве традиционных ингредиентов ежедневного питания. Благоприятное физиологическое действие белковых гидролизатов и ферментированных продуктов достигается за счет лучшего переваривания пептидов в желудочно-кишечном тракте по сравнению с нативными белками и аминокислотами. Это также определяет широкий спектр биологически активных свойств [2]. Показано, что некоторые молочные пептиды могут использоваться как естественные антиоксиданты, способные обезвреживать активные формы кислорода или препятствовать их образованию. Антиоксидантная активность пептидов зависит от их аминокислотной структуры и от специфичности протеаз, участвующих в процессе гидролиза. Учитывая профиль их действия, а также безопасность, хорошую переносимость и эффективность, пептиды представляются перспективным объектом для использования как дополнительных средств поддержки медицинской помощи, в том числе при создании специализированной пищевой продукции [4].

Коровье молоко также широко используется в питании детей, лишенных грудного вскармливания. Однако белки, входящие в его состав, обладают выраженными аллергенными свойствами. Эффективным путем снижения аллергенности белков молока является их ферментативный гидролиз. Однако полученные гидролизаты имеют выраженный горький вкус, что является препятствием для их применения в качестве компонентов детского, диетического и специализированного питания. Снижения горечи пептидов можно достичь путем их комплексобразования с высокомолекулярными полисахаридами (циклодекстринами), что в ряде случаев позволит заменить зондовое на энтераль-

ное питание. Комплексообразование пептидов с циклодекстринами стабилизирует их структуру, что способствует сохранению их биологической активности при процессинге *in vivo*. Полученные комплексы имеют хорошую перспективу применения не только в нутрициологии, но и в медицинской практике, расширяя спектр соединений обладающих антимикробным, антимуtagenным и антирадикальным действием.

*Цель работы.* Получение ферментативного гидролизата белков коровьего молока, его комплекса с  $\beta$ -циклодекстрином и определение их параметров токсичности на *T. pyriformis*.

В работе использовали концентрат сывороточных белков молока (КСБ-УФ-80, ТУ ВУ 100 377 914.550–2008), фермент Alcalase® 2.4L (КФ 3.4.21.62, алкалаза — протеаза из *Bacillus licheniformis*, активность 2,4 ЕА/г; Sigma, США),  $\beta$ -циклодекстрин («Sigma», США).

Для получения ферментативного гидролизата молочной сыворотки готовили 5 % растворы молочной сыворотки в фосфатном буфере (рН 7,4); полученные растворы центрифугировали для удаления нерастворимых частиц при 10 000 об/мин в течение 30 мин; надосадочную жидкость использовали для гидролиза. Ферментативное расщепление проводили при соотношении фермент / субстрат 5 %, температуре 50 °С, активной кислотности среды 7,4 ед. рН в течение 2 ч при гидролизе молочной сыворотки. Для фракционирования гидролизатов применяли фильтры Spin-X UF Concentrator 20 (Corning, Англия) с разделяющей способностью 5 кДа. Пробы замораживали при минус 20 °С для последующего анализа.

Состав пептидов гидролизата белков сыворотки молока анализировали методом хромато-масс-спектрометрии. Для записи масс-спектров использовали хромато-масс-спектрометрическую систему Agilent 1290 с масс-спектрометрическим детектором высокого разрешения Q-TOF 6550 в режиме положительной электроспрей ионизации (ESI<sup>+</sup>). ВЭЖХ-анализ проводили на жидкостном хроматографе Agilent 1290 (Agilent, США) с применением колонки Hypersil Gold (100 × 2,1 мм, 1,9 мкм, Agilent, США).

Для получения клатратов готовили растворы, содержащие  $\beta$ -циклодекстрин и ультрафильтраты гидролизатов в массовом соотношении 2:1. Полученные растворы циклического олигосахаридов и гидролизатов инкубировали в течение 4 ч при температуре 50 °С в условиях постоянного перемешивания (200 об/мин). Для последующего анализа образцы клатратов лиофильно высушивали при температуре минус 53 °С, давлении 0,1 атм в течение 24–48 ч.

Определение параметров термической деструкции экспериментальных образцов клатратов  $\beta$ -циклодекстрина с гидролизатами осуществляли с использованием термогравиметрического анализа (ТГА) и дифференциальной сканирующей калориметрии (ДСК) на приборе TGA/DSC1 (Mettler Toledo, Швейцария).

Проведено сравнительное исследование пептидного состава гидролизатов молочной сыворотки на основании содержания общего белка в соответствующих ультрафильтратах и данных хромато-масс-спектрометрии. Установлено, что степень протеолиза в образцах гидролизатов молочной сыворотки достигает 37,2 % при содержании пептидной фракции ( $m_r \leq 5$  кДа) 39,0 %. Полученные данные указывают на увеличение доли расщепленного белкового компонента в образце гидролизата сывороточных белков в 1,6 раза в расчете на степень протеолиза / содержание пептидной фракции соответственно.

Согласно данным ВЭЖХ–МС, пептиды, полученные после гидролиза сывороточных белков, элюируются с хроматографической колонки вплоть до 21-й мин, а нативные белки молочной сыворотки — с 20-й по 24-ю минуту.

В сравнении с составом белков сыворотки молока по данным хромато-масс-спектрометрии обнаружены отличия в составе пептидной фракции гидролизата в диапазоне 100–1500 Да.

В гидролизованной молочной сыворотке выявлены пептиды с молекулярной массой до 1500 Да. Полученные результаты свидетельствуют о максимальной длине пептидов в 13–14 аминокислотных остатков. По данным масс-спектрометрии выявлен практически полный гидролиз белков молока до набора характерных пептидов, о чем свидетельствует высокий уровень сигнала, установленный для однозарядных ионов со значениями  $m/z$ , составляющими  $\approx 680$ , что соответствует пептидам длиной 6 аминокислотных остатков.

Гидролизат сывороточных белков был хорошо растворим при 25 °С и обладал выраженной горечью. У полученных клатратов циклодекстрина с пептидами произошло изменение вкуса до умеренно горького. С целью подтверждения образования клатратов  $\beta$ -циклодекстрина с пептидами сыворотки использовали дифференциальный термогравиметрический анализ. Он основан на фиксации изменения массы исследуемого образца при увеличении температуры в определенном диапазоне с установленной скоростью. При анализе термограмм установлено смещение пика термо-

деструкции циклического олигосахарида с 301,8 до 297,5 и 289,7 °С при анализе механических смесей, содержащих гидролизат сыворотки. В образцах клатратов сохраняется доминирующий пик термодеструкции β-циклодекстрина со смещением и изменением его конфигурации, тогда как практически не выявляются пики разложения, характерные для смеси пептидов, что подтверждает образование комплексов включения (клатратов).

Была также проведена первичная токсиколого-гигиеническая оценка β-циклодекстрина, гидролизата сывороточных белков и их клатратов с β-циклодекстрином на *T. pyriformis*. В результате проведенных исследований установлено, что β-циклодекстрин, гидролизат сывороточных белков, а также клатрат, представленный 5 % гидролизатом сывороточного белка с 5 % β-циклодекстрином (получен при 25 °С), относятся к 5 классу опасности (являются неопасными).

Таким образом, был получен ферментативный гидролизат белков коровьего молока с «хорошим» распределением пептидов, которые на основании наших предыдущих исследований имеют низкую аллергенность. Также получены клатраты циклодекстрина с продуктами ферментативного гидролиза белков коровьего молока, что доказано методом дифференциальной термогравиметрии. Показано значительное снижение горечи клатратов. По параметрам первичной токсиколого-гигиенической оценки установлено, что представленные β-циклодекстрин, гидролизат сывороточных белков, а также их клатрат являются неопасными. Все вышеизложенное позволяет использовать изученные объекты в детском, диетическом и специализированном питании.

### Литература

1. Antimicrobial peptides and proteins in mycobacterial therapy: current status and future prospects / A. Padhi [et al.] // Tuberculosis (Edinb). — 2014. — Vol. 94, № 4. — P. 363–373.
2. Schaafsma, G. Safety of protein hydrolysates, fractions thereof and bioactive peptides in human nutrition / G. Schaafsma // European Journal of Clinical Nutrition. — 2009. — Vol. 63, № 10. — P. 1161–1168.
3. Clemente, A. Enzymatic protein hydrolysates in human nutrition / A. Clemente // Trends in Food Science & Technology. — 2000. — Vol. 11, № 7. — P. 254–262.
4. Meisel, H. Overview on milk protein-derived peptides / H. Meisel // Int. Dairy J. — 1998. — Vol. 8. — P. 363–73.

Поступила 13.11.2020

## ОСОБЕННОСТИ ПИЩЕВЫХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ У СТУДЕНЧЕСКОЙ МОЛОДЕЖИ

<sup>1</sup>Аминова О. С., *olya.kool@rambler.ru*,

<sup>2</sup>Уварова Ю. Е., *jyli\_91@mail.ru*,

<sup>2</sup>Тятенкова Н. Н., д. б. н., профессор, *tyat@bk.ru*

<sup>1</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Ярославль, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Ярославский государственный университет им. П. Г. Демидова», г. Ярославль, Россия

С целью изучения особенностей питания у студенческой молодежи, проживающей на территории Ярославской области, было проведено описательное исследование респондентов в возрасте от 18 до 20 лет (средний возраст  $19,7 \pm 0,5$  года). В исследовании приняло участие 76 юношей и 246 девушек. Специально разработанная анкета содержала отдельный блок вопросов, направленный на оценку режима питания и частоты потребления основных групп продуктов. Редким считалось употребление продукта 1–2 раза в неделю, средним уровнем потребления — 3–5 раз, частым — 6–7 раз. Обработку результатов проводили в программах Microsoft Excel 2010 и Statistica 10.0. Среднегрупповые данные описаны медианой, 1 и 3 квартилями (Me [Q1, Q3]). Сравнение частоты употребления продуктов в половых группах проводили по U-критерию Манна–Уитни ( $p < 0,05$ ). Качественные переменные представлены процентами от общего числа респондентов.

Результаты анкетирования показали, что большинство юношей и девушек употребляли пищу три раза в сутки (в 65 % и 60 % случаев соответственно), двухразовое питание встречалось у 13 % и 21 %, четырехразовое — у 15 % и 11 % студентов и студенток соответственно. Один раз в сутки пищу принимали 4 % юношей и 2 % девушек. Дробное питание (5 и более раз в сутки) в 2 раза чаще встречалось среди девушек по сравнению с юношами (6 % случаев против 3 %).

Оценка пищевых предпочтений в половых группах показала более частое употребление мяса (свинины, говядины, баранины, при  $p < 0,001$ ) и мясных продуктов (колбасы, колбасных изделий, мясных консервов, при  $p = 0,010$ ) среди лиц мужского пола. Средний уровень потребления мяса у юношей составил 4 [3, 6] раза в неделю, при этом 7 % респондентов не включали указанные продукты в свой рацион. Девушки употребляли мясо реже на один прием пищи в течение недели, а доля не употребляющих вовсе составила 19 %. Мясные продукты встречались у студентов-юношей 3 [2, 6] раза в неделю, только 10 % не включали эту пищевую категорию в свой рацион. У студенток колбасные изделия и консервы встречались в два раза реже, и доля не употребляющих данные продукты была больше на 20 %, чем у юношей.

Различий в частоте потребления других групп продуктов животного происхождения между юношами и девушками не выявлено. У половины исследуемой молодежи птица встречалась в рационе от 3 до 5 раз в неделю, а рыба отсутствовала в питании совсем. Среди категории молочных продуктов лидирующие позиции занимали сыр, творог и молоко. Доля лиц с частым употреблением творога и сыра составила 30 %, молока — 35 %. Полностью отказались от употребления творога и сыра 7 % юношей и 15 % девушек, от молока — 25 % студентов. Кефир и сметана не пользовались популярностью среди молодежи: 44–48 % респондентов не отметили таковые продукты в своем недельном рационе. Майонез юноши добавляли к пище чаще, чем девушки ( $p < 0,001$ ). Частое употребление отмечено у 15 % юношей и 9 % девушек, среднее — у 45 и 28 %, редкое — у 12 и 9 % соответственно. Не использовали майонез в рационе 28 % юношей и 54 % девушек.

При сравнении частоты употребления высокоуглеводных продуктов отмечено, что юноши чаще, чем девушки, включали в рацион картофель ( $p = 0,015$ ), белый хлеб ( $p < 0,001$ ), макаронные изделия ( $p = 0,002$ ), соки ( $p = 0,007$ ) и реже — овощи ( $p = 0,022$ ) и фрукты ( $p = 0,007$ ).

Половина опрошенных студентов отметила, что картофель и макаронные изделия присутствовали в питании от 3 до 5 раз в неделю. Частое употребление картофеля и макаронных изделий более характерно для юношей (в 34 % и 16 % случаев соответственно) по сравнению с девушками (20 %

и 7 % соответственно). Картофель и макаронные изделия совсем не использовали 3 % и 9 % юношей, 11 % и 24 % девушек. Некрахмалистые овощи присутствовали в рационе у 47 % респондентов, средний уровень потребления у юношей составил 3 [2, 6] раза в неделю, у девушек больше на один прием пищи. При этом девушки были более склонны к ежедневному употреблению овощей (38 %) по сравнению с юношами (29 %). Аналогичная зависимость выявлена при анализе фруктовой составляющей рациона — частая встречаемость отмечена у 47 % девушек и 29 % юношей. Полное отсутствие овощей в рационе питания наблюдалось у 12 % юношей и 4 % девушек. Фрукты также в 2 раза реже встречались у лиц мужского пола (12 %). Зелень (укроп, петрушку, кинзу, рукколу, шпинат и др.) использовали ежедневно только 7 % студентов, совсем не употребляли — 34 %. Хлеб считали ежедневной составляющей рациона 36 % студентов-юношей, отдавая предпочтение белому хлебу, нежели черному; среди студенток таковых было на 10 % меньше. Треть молодежи исключила хлеб из своего питания.

Различий по частоте употребления круп и кондитерских изделий между юношами и девушками не выявлено. Ежедневно крупы встречались в питании только у 21 % опрошенных, торты и пирожные — у 14 % респондентов, шоколад и конфеты — у 36 %. Совсем не использовали таковые продукты 22 %, 37 %, 11 % обследованных.

Таким образом, девушки демонстрировали более рациональный выбор продуктов питания, чем юноши. Пищевые предпочтения студенток связаны с редким включением в рацион колбасных изделий, свинины, баранины, говядины, майонеза, макаронных изделий и более частым употреблением овощей и фруктов, однако средний уровень их потребления у учащейся молодежи составил 3–4 раза в неделю, что не соответствует гигиеническим рекомендациям. Половина респондентов употребляла крупы, картофель, макаронные изделия и хлеб от трех до пяти раз в неделю и реже, что снижает долю сложных углеводов в рационах питания исследуемой группы молодежи.

*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 18–013–01030-а.*

Поступила 02.11.2020

## **ТРАНСЛОКАЦИЯ АНТИБИОТИКОВ ИЗ ПОЧВЫ И БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ**

*Антропова Н. С., nantropova@cspmz.ru,  
Водянова М. А., к. б. н., mvodyanova@cspmz.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Начиная со второй половины XX в. антибиотики (далее — АБ) нашли широкое применение в разнообразных сферах практической деятельности человека. Как в России, так и в других странах АБ стали применяться не только в медицине, но и в пищевой промышленности. В животноводстве и птицеводстве их используют для лечения животных, в целях профилактики возникновения инфекционных заболеваний и в качестве кормовой добавки. В растениеводстве их используют в составе средств фунгицидного и инсектицидного действия.

Из организма человека и животных антибиотики выводятся в окружающую среду до 90 % без изменения или в виде метаболитов. В почву АБ попадают с навозом, используемым в качестве органического удобрения, а также со стоками животноводческих комплексов. Содержание АБ в почвах ряда стран достигает 900–1500 мг/кг.

В поверхностные воды антибиотики поступают со стоками с сельхозугодий, сточными водами животноводческих комплексов и жилищно-коммунального хозяйства. Концентрации различных групп АБ, обнаруженных в стоках и поверхностных водах в Азии, Европе и США, варьируют от 8 нг/л до 11 мг/л.

В связи с этим нарастает обеспокоенность по поводу распространения АБ в объектах окружающей среды, а также поглощения и накопления их в сельскохозяйственных культурах.

В настоящий момент как в объектах окружающей среды, так и в растительной продукции не учитывается и не нормируется содержание остаточных количеств антибиотических препаратов, что, в свою очередь, может негативно влиять на здоровье человека, особенно при употреблении пищи

в сыром виде. Комплексное негативное воздействие антибиотических препаратов, принимаемых населением по назначению в лечебных целях, а также при употреблении продукции, заведомо содержащей в себе их остаточные количества, может приводить к антибиотической резистентности организма. Это может обуславливать необходимость увеличения лечебных доз назначаемых лекарств, либо более продолжительного лечения, а также необходимость разработки лекарств нового поколения, которые являются более эффективными, и при этом, как правило, более токсичными для организма в целом. В последнее время растет интерес к гигиеническим исследованиям, посвященным нормированию антибиотиков в объектах окружающей среды с целью их контроля и экомониторинга, а также усовершенствованию критериев контроля пищевых продуктов с добавлением перечня продуктов растительного происхождения, способных содержать в себе остаточное количество антибиотиков.

Исходя из вышесказанного, нами запланировано и начато исследование, целью которого является изучение путей миграции и механизмов накопления антибиотиков из почвы через корневую систему в сельскохозяйственные растения.

Анализ литературных данных позволил выявить количества изучаемых веществ, встречаемых в природе, в каких производственных процессах они используются в промышленности, пути их поступления и уровни загрязнения ими объектов окружающей среды. К приоритетным видам антибиотиков, подлежащих изучению в лабораторных условиях, относятся наиболее часто используемые в животноводстве и ветеринарии: тетрациклиновая группа, макролиды, группа пенициллина и АБ группы левомицетина (хлорамфеникола).

Тетрациклиновые соединения являются одними из наиболее широко используемых антибиотиков в ветеринарной медицине. В Европе они были самыми потребляемыми ветеринарными АБ в 2014 году, составляя 33,4 % от общего объема продаж.

Фармакокинетика тетрациклинов природного или полусинтетического происхождения хорошо изучена, определены пищевые продукты и остаточные количества АБ в них. Однако показано, что изучать воздействие малых доз антибиотиков в пище только на индивидуальный организм хозяина недостаточно, поскольку оно реализуется на глобальном уровне через эволюцию геномов бактерий, обитающих в разных биотопах. В ответ на сигналы малых доз у них включается феномен гормезиса: ускоряется горизонтальный трансфер резистентности и сцепленных с ней признаков от патогенности до метаболических функций, активируются транскрипция и трансляция. В итоге в окружающей среде формируются новые патогены, а также корезистентные к другим препаратам штаммы, что является серьезным фактором опосредованного риска пищевых токсикоинфекций для потребителей. Так, в математическом анализе последствий дисбаланса кишечной флоры, обусловленного содержанием тетрациклина на уровне 10 мкг/кг, установлена вероятность прироста до неприемлемого уровня риска болезней пищеварения, дерматитов, пищевой аллергии и системы крови (соответственно 4; 0,9; 0,1 и 8 % сл.) у 70 % детей 1–11 лет.

Исходя из физико-химических свойств, особенностей всасывания и распределения в организме животного, с мочой и фекалиями выводится от 65 до 90 % антибиотиков тетрациклиновой группы. Устойчивость и накопление тетрациклинов в окружающей среде зависит от ряда факторов. Так, например, на сорбционную способность тетрациклинов в почвах влияют: рН среды, ионообменная способность, содержание органических веществ, тип почвы и синергическое влияние других поллютантов, например тяжелых металлов. В зависимости от этих факторов меняется время распада антибиотика, которое может колебаться от 8 до 180 дней. Ежегодно в почвах локально обнаруживаются АБ группы тетрациклинов в концентрациях до 300–500 мг/кг.

Очевидно, что высокие концентрации АБ в почве могут приводить к их неизбежному накоплению в пищевых продуктах растительного происхождения. Анализ пищевой ценности продуктов и оценка потенциальной фитотоксичности АБ позволит определить тест-претендентов для дальнейшего изучения их кумулятивной способности в вегетационных опытах.

На сегодняшний день большинство исследований, направленных на изучение влияния АБ на сельскохозяйственные растения, сфокусированы на изучении фитотоксического эффекта и влияния АБ на рост и развитие как отдельных частей (корни, листья, стебли), так и на всё растение в целом. Однако крайне мало исследований, которые оценивают потенциальное поглощение и накопление антибиотиков в сельскохозяйственных растениях. Установлено, что АБ тетрациклиновой группы накапливались в следующих культурах и концентрациях (в корнях, листьях, стеблях): шпинате — от 4,8 до 6,3 нг/г; моркови — 23,0 нг/г; салате — 7,2 нг/г; сельдерее — от 3,10 до 12,6 нг/г; кориандре — до 532 нг/г; пекинской капусте — от 6 до 10 нг/г; кукурузе — 6,6 нг/г; редисе — до 57 нг/г. Следует отметить, что большинство из этих значений превышают допустимую дозу остаточного

содержания АБ тетрациклиновой группы в мясных и молочных продуктах (<0,01 мг/кг или 10 нг/г в пересчете), которые регламентируются нормативными документами Российской Федерации.

В связи с этим необходимо изучить способность сельскохозяйственных растений аккумулировать АБ в зависимости от их пищевой ценности. Выделение в отдельные группы продуктов с высоким содержанием белков, жиров и углеводов представляет интерес для химических исследований, направленных на усовершенствование методов выделения, концентрирования и анализа антибиотиков в пищевой продукции. Учитывая специфичность антибиотика тетрациклина, зарубежный опыт по его обнаружению в растениях, а также распространенность по посевным площадям на территории России, в перечень культур для дальнейших исследований могут входить: пшеница, рапс, редис, кукуруза, морковь, кориандр и картофель. Однако следует также отметить, что перечень культур может быть расширен при получении новых экспериментальных данных.

Таким образом, экспериментальное обоснование кумулятивного эффекта антибиотиков тетрациклиновой группы на почвах сельскохозяйственных угодий, распространенных на территории России, и их транслокационного перехода в пищевую продукцию растительного происхождения является актуальной задачей. Выполнение данной работы позволит усовершенствовать критерии контроля пищевых продуктов растительного происхождения, что в свою очередь даст возможность в последующем разрабатывать профилактические мероприятия по предупреждению неинфекционных заболеваний и снижению риска распространения антибиотикорезистентности.

Поступила 11.11.2020

## **КРИТИЧЕСКИ ЗНАЧИМЫЕ ПИЩЕВЫЕ ВЕЩЕСТВА И ВОЗМОЖНОСТИ ИНФОРМИРОВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ О СОДЕРЖАНИИ ИХ В ПРОДУКТАХ**

*Ведилина М. Т., [vedilinamt@fferisman.ru](mailto:vedilinamt@fferisman.ru)*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

В последнее время в Российской Федерации наблюдается тенденция роста социально значимых неинфекционных заболеваний, ведущим фактором риска которых является нерациональное питание, в том числе употребление пищевых продуктов, содержащих критически значимые пищевые вещества, такие как поваренная соль, сахар, жиры с насыщенными жирными кислотами и трансизомерами жирных кислот (далее — ТЖК). Различные международные организации, такие как ООН, ВОЗ, ФАО, призывают внедрять программы, направленные на повышение приверженности населения принципам здорового питания, включая меры по снижению критически значимых компонентов пищи в рационе. В нашей стране такие мероприятия реализуются в рамках «Стратегии повышения качества пищевой продукции в Российской Федерации до 2030 года».

Трансжиры в результате измененной химической структуры хуже усваиваются, так как трансфигурация препятствует их нормальному использованию организмом. К тому же трансизомеры не только не могут сами превращаться в обычные метаболиты цис-кислот, но и препятствуют их образованию, что способствует развитию дефицита незаменимых жирных кислот. Потребление трансжиров может привести к нарушениям липидного профиля, развитию сердечно-сосудистых заболеваний (атеросклерозу, стенокардии, инфаркту миокарда). Предполагается наличие связи между развитием болезни Альцгеймера и накоплением транс-изомеров жирных кислот. После рекомендаций ВОЗ 2003 г. по снижению потребления ТЖК менее 1 % от общей калорийности дневного рациона было рекомендовано ограничить содержание частично гидрированных масел в пищевой продукции. В настоящее время в рамках ТР ТС 024/2011 «Технический регламент на масложировую продукцию» ограничивается содержание ТЖК в масложировой продукции: с 1 января 2018 г. для маргарина, жиров специального назначения, для заменителей масла какао, спредов и топленых смесей растительно-сливочных и растительно-жировых содержания ТЖК могут составлять до 2 % от жира в продукте. В 2014 г. европейское отделение ВОЗ призвало к полному запрету на содержание ТЖК промышленного происхождения в пищевых продуктах как части европейского плана действий в области пищевых продуктов и питания на 2015–2020 гг.

Источником насыщенных жиров являются мясные продукты, колбасы, полуфабрикаты, мясные консервы. Такие продукты часто позиционируют как источник полноценного белка, но в то же время они являются основными источниками жира. Содержание белка в вареных колбасах, сосисках и сардельках составляет от 8 % до 13 %, жира — от 15 % до 38 %. Содержание жиров с насыщенными жирными кислотами в пищевом продукте связано с видом жира, используемого при производстве пищевой продукции: в свином жире содержится в среднем 45 % жиров с насыщенными жирными кислотами; в говяжьем — около 60 %; в курином — около 30 %. При поступлении жира в избыточном по сравнению с потребностью организма количестве помимо риска развития алиментарного ожирения стимулируется глюконеогенез, что приводит к снижению степени утилизации «углеводной» глюкозы из крови, увеличению нагрузки на инсулярный аппарат и проявляется в росте концентрации гликозилированного гемоглобина A1c.

Избыточное количество соли население получает с такими часто употребляемыми пищевыми продуктами, как хлеб, майонез, кетчуп, сыр, колбасные изделия, а также консервированные овощи и соленья, копченая и соленая рыбная продукция. Повышенное употребление соли способствует задержке выведения жидкости из организма, формированию отеков, увеличению нагрузки на сердечно-сосудистую и мочевыделительную системы. Избыточное потребление поваренной соли (более 6 г/сут) способствует развитию подагры, атеросклероза, артериальной гипертензии, инсульта.

Избыточное потребление сахара способствует повышению уровня холестерина, является одним из основных факторов в формировании избыточной массы тела, развития атеросклероза, особенно в сочетании с малоподвижным образом жизни и гиподинамией. Сейчас в мировой практике определение добавленного и свободного сахара стали разделять. Добавленный сахар — сахар, добавляемый в пищу во время обработки или приготовления (в том числе в домашних условиях). Например, в эту группу входят коричневый сахар, фруктоза, сахароза, мед, лактоза и природные сахара, выделенные из цельных продуктов и сконцентрированные таким образом, что сахар является основным компонентом (например, концентраты фруктовых соков). Свободные сахара добавляются в пищевые продукты и напитки в процессе производства или потребления, а также сюда относят сахара, естественным образом присутствующие в меде, сиропах, фруктовых соках и концентратах фруктовых соков. Таким образом, все добавленные сахара также являются свободными сахарами, а ключевое различие заключается в том, что свободный сахар также включает в себя все встречающиеся в природе сахара, содержащиеся в фруктах и овощах. Международные рекомендации последнее время фокусируются на «добавленном» сахаре, так как именно его потребление многим группам населения рекомендуется сократить. Для облегчения потребителям процесса контроля за потреблением сахара Управление по санитарному надзору за качеством пищевых продуктов и медикаментов (FDA) недавно обновило требования к панели US Nutrition Facts, с марта 2020 г. включив в него «добавленные сахара», а также общее количество сахаров.

Основными источниками добавленных сахаров являются мучные изделия, торты и пирожные, конфеты, сладкие творожные продукты, сладкие безалкогольные напитки, нектары и сокосодержащие напитки.

Критическим дисбалансом в питании чаще всего становится избыток продуктов, богатых насыщенными жирами, поваренной солью и сахаром, при одновременном низком употреблении растительных продуктов (овощей, фруктов, зерновых).

С 1 июня 2018 г. Роспотребнадзором в соответствии с МР 2.3.0122–18 «Цветовая индикация на маркировке пищевой продукции в целях информирования потребителей» реализуется проект добровольной маркировки пищевых продуктов «Светофор», предполагающий цветовую индикацию, нанесенную на упаковку продукции: зеленую, желтую и красную. Цвет зависит от уровня содержания в продукте соли, сахара, жира, насыщенных жиров, а также его энергетической ценности (калорийности) с учетом суточной нормы потребления: высокое содержание критически значимого компонента отмечено красным цветом, среднее — желтым, низкое — зеленым. Цель данной процедуры состоит в донесении до потребителя информации в наглядном и доступном виде. Необходимо понимать, что данная цветовая индикация не свидетельствует об опасности или вредности продукта для потребления, а также способствует облегчению процесса контроля за выбором пищевых продуктов и их потреблением индивидуумом.

Поступила 06.11.2020

## К ВОПРОСУ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРОДУКТОВ РАСТИТЕЛЬНОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ ПЕСТИЦИДАМИ В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

*Завтони М.Н., к. м. н., mariana.zavtoni@ansp.gov.md,*

*Сырку Р.Ф., к. б. н., доцент, raisasircu@ansp.gov.md,*

*Опополь Н.И., д. м. н., профессор, член АН РМ, nicolae.opopol@ansp.gov.md*

Национальное Агентство Общественного Здоровья, г. Кишинев, Республика Молдова

Из группы хлорорганических пестицидов, используемых в качестве инсектицидов, наиболее известны дихлордифенилтрихлорэтан (далее — ДДТ) и гексахлорциклогексан (далее — ГХЦГ). Особенности, характерными для хлорорганических соединений, являются липофильность, персистентность, биоаккумуляция, токсичность. Данные фитосанитарные средства могут оказывать неблагоприятное воздействие на нервную, репродуктивную и эндокринную системы человека. Чаще всего население подвергается воздействию пестицидов, употребляя продукты, которые могут быть загрязнены остатками пестицидов.

Известно, что длительное комбинированное действие различных пестицидов приводит к увеличению риска развития различных неблагоприятных процессов в организме.

В прошлом столетии в сельском хозяйстве применялись очень значительные количества хлорорганических соединений, что впоследствии способствовало загрязнению почв и продуктов, выращиваемых на сельскохозяйственных полях. По некоторым оценкам, было использовано более 3 миллионов тонн ДДТ. Нежелательные последствия для здоровья человека и окружающей среды привели к запрету его использования. Следует отметить, что применение хлорорганических пестицидов на территории Республики Молдова было запрещено с 1970 г. Но за несколько десятилетий их использования в сельском хозяйстве Молдовы остались сотни загрязненных мест.

Целью исследования было проведение мониторинга хлорорганических пестицидов, таких как ГХЦГ и ДДТ, в овощах, наиболее употребляемых в Республике Молдова.

Остатки пестицидов в растительных продуктах определяли методом газовой хроматографии в Центральной санитарно-гигиенической лаборатории Национального Агентства Общественного Здравоохранения. Для оценки и выяснения качества сельскохозяйственных продуктов были исследованы и гигиенически оценены 195 образцов растительных продуктов. Результаты лабораторных исследований сравнивались с предельно допустимыми концентрациями (далее — ПДК), установленными в нормативном законодательстве Республики Молдова (Постановление Правительства РМ № 1191 от 23.12.2010).

Гигиеническая оценка 195 образцов агропродовольственных продуктов (красная свекла, капуста, картофель, морковь, чеснок, помидоры), проанализированных на наличие остаточных количеств хлорорганических пестицидов, показала, что в исследованных продуктах пестициды обнаружены в пределах, не превышающих ПДК (для ГХЦГ и ДДТ — 0,01 мг/кг). Так, средняя концентрация остатков ДДТ определена на уровне 0,007 мг/кг, а для ГХЦГ — 0,001 мг/кг. Наиболее контаминированными овощными продуктами являлись морковь, картофель, красная свекла, капуста и др. Найденные концентрации варьируют в пределах 0,02–0,007 мг/кг для ДДТ и 0,02–0,005 мг/кг для ГХЦГ.

Таким образом, проведенный анализ содержания хлорорганических пестицидов в продукции растительного происхождения показал наличие остаточных количеств данных ксенобиотиков в концентрациях, не превышающих допустимые уровни. Мониторинг контаминации сельскохозяйственных продуктов позволяет обеспечить качество и безопасность продуктов, а также оценить риск для здоровья населения, так как присутствие даже минимальных остаточных количеств пестицидов, загрязняющих продукты питания, представляет опасность, особенно при потреблении их в свежем виде.

Поступила 29.10.2020

# РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЗА КОНТАМИНАЦИЕЙ ФУЗАРИОТОКСИНАМИ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОГО ЗЕРНА В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ: СИТУАЦИЯ 2014–2018 ГГ.

Захарова Л. П., к. б. н., zaharova@ion.ru,  
Седова И. Б., к. б. н., isedova@ion.ru,  
Аристархова Т. В., t.aristarkhova@yandex.ru,  
Тутельян В. А., профессор, академик РАН, tutelyan@ion.ru

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Микроскопические грибы рода *Fusarium* являются патогенами, поражающими сельскохозяйственные растения и вызывающие такое распространенное заболевание зерновых, как фузариоз зерна и колоса. В разных странах мира неоднократно отмечались вспышки фузариоза зерновых культур. Наиболее распространенными на зерне видами являются *F. graminearum*, *F. culmorum*, *F. sporotrichioides*, *F. poae*, которые способны продуцировать такие фузариотоксины, как дезоксиниваленол (далее — ДОН), зеараленон (далее — ЗЛ), Т-2 токсин и НТ-2, фумонизины В1, В2 (далее — ФВ1, ФВ2). Фузариотоксины способны даже в незначительных количествах нарушать регуляцию продукции иммуноглобулинов, действовать как канцероген или промоторы канцерогенеза. В связи с высокой стабильностью микотоксинов (далее — МТ) и невозможностью полного предотвращения контаминации ими продовольственного сырья и пищевых продуктов основная роль в профилактике микотоксикозов отводится регламентации их содержания и контролю за соблюдением этих регламентов. К числу мероприятий, направленных на предотвращение попадания контаминированного фузариотоксинами зерна в питание человека, следует отнести организацию микотоксикологического мониторинга, в рамках которого предполагается изучение распространенности и уровней контаминации зерна фузариотоксинами.

Целью исследования явилось изучение частоты и уровней загрязнения МТ (токсины Т-2 и НТ-2, ДОН, ЗЛ, ФВ1 и ФВ2) продовольственного зерна урожаев 2014–2018 гг.

Пробы продовольственного зерна (всего 760 проб) были предоставлены для исследования Управления Роспотребнадзора из Центрального, Южного, Приволжского, Северо-Западного, Уральского, Сибирского, Северо-Кавказского, Дальневосточного Федеральных округов РФ. Всего за исследованный период проанализировано 495 проб зерна пшеницы, 88 — ячменя, 78 — кукурузы, 44 — овса, 55 — ржи, на содержание токсинов Т-2, НТ-2, ДОН, ЗЛ; в пробах кукурузы дополнительно определяли содержание ФВ1, ФВ2. Статистически обработанные данные представлены в виде среднего арифметического, медианы и 90 % уровня. Пробы зерна были отобраны по ГОСТ Р ИСО 24 333–2011, содержание МТ в пробах определяли методами ВЭЖХ-ФЛУ, ВЭЖХ-УФ, ВЭЖХ-МС/МС.

ДОН был обнаружен в 21 % из 495 изученных проб зерна пшеницы, в 25 % из 88 проб ячменя, 29 % из 78 проб кукурузы, 4 % из 44 проб овса. В 20 пробах пшеницы и в 4 пробах ячменя было выявлено содержание ДОН в количестве, превышающем МДУ. В пробах зерна ржи ДОН обнаружен не был. В зерне пшеницы частота обнаружения ДОН в эти годы несколько отличалась по годам и составила наивысшие значения в 2014 г. (37 %) и 2017 г. (31 %), в остальные годы эта величина была несколько ниже и составила 9 % (2015 г.), 19 % (2016 г.) и 16 % (2018 г.), при этом диапазон загрязнения ДОН в контаминированных образцах варьировал от 0,05 до 5,85 мг/кг, в 20 пробах пшеницы содержание ДОН превышало МДУ (0,7 мг/кг). Частота обнаружения ДОН в ячмене в среднем также была достаточно высокой. Чаше, чем в остальные годы, ДОН находили в ячмене урожаев 2017 г. (44 %) и 2014 г. (30 %). В остальные годы частота обнаружения ДОН варьировала от 6 % (2018 г.) до 19 % (2016 г.). Количество проб с содержанием ДОН выше МДУ (1,0 мг/кг) варьировала от 4 % (2017 г.) до 20 % (2014 г.). При анализе зерна кукурузы было показано, что токсин содержался во все исследуемые годы и наивысших значений достиг в 2017–2018 гг. (около 40 %). Содержание ДОН в контаминированных пробах варьировало от 0,06 до 0,95 мг/кг. Частота обнаружения ДОН в овсе была значительно ниже, чем в пшенице, ячмене и кукурузе, и составила всего 9 % из 44 изученных проб. Ни в одной из исследованной в эти годы проб зерна ржи (55 проб) ДОН обнаружен не был. Результаты изучения содержания ЗЛ в продовольственном

зерне выявили невысокую частоту обнаружения токсина — 6 % из 495 проб пшеницы, 10 % из 88 проб ячменя, 8 % из 78 проб кукурузы, 14 % из 36 проб овса и 2 % из 44 проб ржи и незначительные уровни загрязнения (менее МДУ — 1,0 мг/кг). Содержание ЗЛ в контаминированных пробах были наиболее высоким в зерне ячменя урожая 2014 г. и составило 0,315 мг/кг. В остальных культурах содержание токсина в загрязненных образцах варьировало от 0,05 мг/кг до 0,19 мг/кг. Токсины Т-2 и НТ-2 в количествах, не превышающих МДУ (не более — 0,1 мг/кг), были обнаружены во всех культурах. Так, количество проб, содержащих в зерне пшеницы токсин Т-2, составило 8 % и НТ-2 — 12 %; в зерне ячменя — 18 % и 19 % соответственно; в зерне кукурузы — в 17 % и 16 % соответственно; овса — 22 % и 17 % соответственно; ржи — 20 % и 15 % соответственно. Выявлена относительно высокая, как и в предыдущие годы, частота обнаружения ФВ1 (65 %) и ФВ2 (21 %) в зерне кукурузы; их суммарное содержание в исследованных пробах не превышало МДУ (не более 4,0 мг/кг). Более детальное изучение загрязненности этими токсинами урожаев пяти лет показало, что урожаи зерна кукурузы 2016 г. характеризовались 100 % частотой обнаружения ФВ1 и самой высокой частотой обнаружения ФВ2 — 50 %. В остальные годы частота обнаружения ФВ1 была несколько ниже и варьировала от 33 % в 2017 г. до 80 % в 2018 г. и ФВ2 от 17 % в 2016 г. до 50 % в 2016 г. Было показано, что большинство загрязненных проб зерна пшеницы урожаев 2014–2018 гг. были получены из Южного ФО — 34 %, Северо-Кавказского ФО — 14 % и Дальневосточного ФО — 8 %, которые являются основными ареалами фузариоза в России, остальные контаминированные пробы поступили из других федеральных округов.

Подтверждена возможность накопления в одной и той же пробе продовольственного зерна нескольких МТ. Следует отметить, что наиболее часто из различных видов продовольственного зерна одновременной контаминации несколькими МТ были подвержены зерно кукурузы в 29 %, реже, в 7 % случаев, зерно пшеницы и ячменя. Наиболее характерным для всех зерновых в исследуемые годы было совместное обнаружение в сочетании с ДОН либо ЗЛ, либо Т-2 + НТ-2. В кукурузе наряду с ДОН обнаружили ЗЛ в сочетании с ФВ1 или ФВ2. Расчетное суммарное поступление ДОН на человека в среднем по России в значительной степени различалось по годам и варьировало от 0,05 мг/кг массы тела в сутки (2015 г.) до 1,02 мг/кг массы тела в сутки (2014 г.), но во всех случаях, за исключением урожая 2014 г., оставалось ниже принятого УПСП — 1 мкг/кг массы тела. В ареалах фузариоза зерна (Северо-Кавказский и Южный ФО) расчетное суммарное поступление ДОН с продуктами переработки пшеницы было выше величины, рассчитанной для населения России в целом, и составило 112 % в 2014 г. и почти в два раза выше (109–119 %) в 2017 г.

Проводимые мониторинговые исследования загрязнения основных видов зерновых культур свидетельствуют о тенденции роста частоты и уровней загрязнения продовольственного зерна фузариотоксинами по сравнению с предыдущими годами (1994–2013 гг.). По-видимому, неблагоприятные климатические условия (затяжные дожди, прохладная температура) в период молочной спелости зерна и уборки урожая явились причиной развития на зерновках грибов — продуцентов фузариотоксинов, опасных для здоровья человека.

Полученные результаты подтверждают необходимость систематического проведения мониторинга загрязнения продовольственного зерна фузариотоксинами.

Авторы выражают признательность работникам Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека и ее региональных Центров гигиены и эпидемиологии за многолетнее сотрудничество, отбор и предоставление проб зерна для исследований в ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии».

*Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания (№ 0529–2018–0113 «Развитие методической и нормативной базы для обеспечения современных требований к качеству пищевой продукции и разработка технологий оценки эффективности специализированных пищевых продуктов»).*

Поступила 30.11.2020

# КОНЦЕПТУАЛЬНЫЕ ПОДХОДЫ ГИГИЕНИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ ВНЕДРЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ОБРАБОТКИ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ИОНИЗИРУЮЩИМ ИЗЛУЧЕНИЕМ

<sup>1</sup> Кузьмин С. В., д. м. н., профессор [kuzminsv@fferisman.ru](mailto:kuzminsv@fferisman.ru),

<sup>1</sup> Русаков В. Н., к. м. н., [rusakovvn@fferisman.ru](mailto:rusakovvn@fferisman.ru),

<sup>1</sup> Есаулова О. В., к. э. н., [esaulovaov@fferisman.ru](mailto:esaulovaov@fferisman.ru),

<sup>1</sup> Синицына О. О., д. м. н., профессор, член-корр. РАН, [sinitsynaoo@fferisman.ru](mailto:sinitsynaoo@fferisman.ru),

<sup>1</sup> Истомин А. В., д. м. н., профессор, [istominav@fferisman.ru](mailto:istominav@fferisman.ru),

<sup>2</sup> Ананьев В. Ю., к. м. н. [ra-226@ya.ru](mailto:ra-226@ya.ru),

<sup>2</sup> Горский А. А., [ra-226@ya.ru](mailto:ra-226@ya.ru),

<sup>2</sup> Кузьмина Е. А., к. м. н., [ra-226@ya.ru](mailto:ra-226@ya.ru),

<sup>2</sup> Тутельян О. Е., к. м. н., [ra-226@ya.ru](mailto:ra-226@ya.ru),

<sup>2</sup> Щербаков Г. Д., [ra-226@ya.ru](mailto:ra-226@ya.ru),

<sup>1</sup> Ведилина М. Т., [vedilinamt@fferisman.ru](mailto:vedilinamt@fferisman.ru)

<sup>1</sup> Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия;

<sup>2</sup> Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Федеральной службы в сфере защиты прав потребителя и благополучия человека, г. Москва, Россия

К перспективным и активно развивающимся направлениям новых технологий относится радиационная обработка продовольственного сырья и пищевой продукции с целью улучшения технологических характеристик, увеличения сроков хранения, оптимизации условий хранения, обеспечения безопасности и качества продукции.

Технический регламент Таможенного Союза «О безопасности пищевой продукции» (ТР ТС 021/2011) вводит ограничение на обработку ионизирующим излучением (далее — ОИИ) мяса птицы, конины, мяса домашних кроликов, яичного порошка, меланжа и альбумина. Эти ограничения препятствуют введению эффективной и безопасной радиационной технологии ОИИ перечисленных пищевых продуктов. При этом следует отметить, что запрет на ОИИ для указанных видов продукции введен с 2011 г. без достаточного научного обоснования и оценки риска жизни или здоровью человека.

В тоже время отмечается общемировая тенденция расширения применения технологий ОИИ различных видов пищевой продукции, что делает актуальным проведение комплексных исследований по научному обоснованию введенных в Таможенном Союзе ограничений или их снятию. В вертикальных Технических регламентах ТС на отдельные виды пищевой продукции в настоящее время отсутствует запрещение или упоминание использования ионизирующего излучения для обработки этих видов продукции, а так же требования по безопасному применению ОИИ и соответствующие методики контроля безопасности пищевой продукции подвергшейся такой обработке.

В соответствии с пунктом 1 Решения Комиссии Таможенного союза (далее — КТС) от 22.06.2011 № 721 «О применении международных стандартов, рекомендаций и руководств» в случае отсутствия документов Таможенного союза или документов национального законодательства, действующих на территории Таможенного союза, устанавливающих обязательные санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продуктам животного и растительного происхождения, следует применять стандарты, рекомендации и руководства международных организаций, в том числе Комиссии Кодекс Алиментариус. В соответствии с пунктом 2 указанного Решения КТС в случае, если санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования, действующие на территории Таможенного союза, являются более ограничительными, чем соответствующие международные стандарты, при отсутствии научного обоснования риска жизни или здоровью человека в соответствующей части применяются международные стандарты.

Действующие в настоящее время международные стандарты регламентируют применение технологий ОИИ для отдельных видов пищевых продуктов, их маркировку и контроль.

По данным МАГАТЭ, во всем мире активно развивается использование радиационных технологий для обработки продовольственного сырья и пищевой продукции. В частности, в 69 странах

действует разрешение на облучение более чем 80 видов продукции, около 40 стран проводят облучение пищевой продукции на постоянной основе. В мире существует более 200 специализированных центров по облучению сельскохозяйственной продукции и пищевых продуктов. Из них основная часть расположена в Китае и США. Объем облученной продукции к настоящему времени имеет устойчивую тенденцию к росту.

В странах, входящих в Таможенный Союз, также ведутся работы по ОИИ пищевой продукции.

Таким образом, на территории Таможенного Союза в обороте находится пищевая продукция ОИИ как местного производства, так и импортируемая. Однако, как показали скрининговые исследования пищевой продукции, проведенные в 2011–2020 гг., в организациях торговли на территории Российской Федерации отсутствует маркировка знаком Radura пищевой продукции, которая с высокой долей вероятности подверглась ОИИ. При этом в документах Таможенного Союза отсутствуют методы и методики выявления облученной продукции в обороте, что требует их срочной разработки, утверждения и внедрения в практическую деятельность органов и учреждений, уполномоченных осуществлять санитарно-эпидемиологический надзор в странах-участниках Таможенного союза.

Анализ литературных данных показывает, что при ОИИ пищевой продукции в зависимости от характеристик и условий облучения могут изменяться ее органолептические свойства, химический состав (за счет процессов радиолиза; образования перекисных соединений; разрушения белков, жиров, углеводов, витаминов; биологически-активных соединений, разрушения антибиотиков и токсинов и т. п.); изменения микробиологических и паразитологических показателей, в том числе за счет образования спорообразующих форм, а также изменение пищевой ценности. Образование в пищевой продукции ОИИ новых соединений может потребовать разработку ПДК в случае их отсутствия.

В настоящее время отсутствуют исчерпывающие данные по Перечню веществ, образующихся в отдельных видах пищевой продукции в результате ОИИ различных дозах.

Изменения пищевой ценности продукции ОИИ требуют проведения научно-исследовательских работ по обоснованию возможности их использования для детского питания, питания для беременных, больных.

Таким образом, для обеспечения безопасности, качества и пищевой ценности продукции, подвергшейся радиационной обработке, находящейся в обороте, необходима разработка и реализация комплексной научной Программы по изучению последствий ОИИ пищевой продукции и разработке методов контроля показателей безопасности и выявления в обороте такой пищевой продукции.

Поступила 06.11.2020

## **КАЧЕСТВО И БЕЗОПАСНОСТЬ ПИЩЕВОЙ ПРОДУКЦИИ, РЕАЛИЗУЕМОЙ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ ПРОДОВОЛЬСТВЕННОЙ ТОРГОВЛИ, В ЗАВИСИМОСТИ ОТ НАРУШЕНИЙ ТРЕБОВАНИЙ САНИТАРНОГО ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВА**

*Мажаева Т.В., к. м. н., mazhaeva@ymrc.ru,*

*Синицына С.В., sinicinasv@ymrc.ru,*

*Козубская В.И., kozubskay@ymrc.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Екатеринбургский медицинский научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Екатеринбург, Россия

Безопасность и качество пищевых продуктов, защита потребителей от несоответствующей продукции, совершенствование контроля в данной области для сохранения здоровья человека являются национальными интересами государства. Актуальность вопроса, связанного с безопасностью пищевых продуктов, обосновывается изменением показателей качества и безопасности в цепочке от изготовителя до потребителей, наличием рисков для здоровья, возникновением массовых случаев пищевых отравлений, жалоб на качество продукции, а также экономического ущерба, наносимого потребителям и государству в связи с приобретением некачественной продукции.

Цель работы — оценить качество и безопасность пищевой продукции, реализуемой на предприятиях продовольственной торговли, в зависимости от нарушений требований санитарного законодательства для расстановки приоритетов при проведении надзорных мероприятий.

Проанализированы данные контрольно-надзорных мероприятий, проводимые Управлением Роспотребнадзора по Свердловской области в отношении предприятий торговли, а также результаты лабораторных испытаний пищевой продукции, реализуемой в этих предприятиях за 2016–2018 гг. Предприятия торговли разделены по численности населения, находящегося под воздействием их услуг, на кварталы: первый — небольшие предприятия торговли, оказывающие услуги населению до 50 тысяч человек; второй — от 50 тысяч до 100 тысяч человек; третий — от 100 тысяч до 200 тысяч человек; четвертый — свыше 200 тысяч человек.

Для установления зависимости между неудовлетворительными лабораторными исследованиями по показателям качества и безопасности пищевой продукции, отобранной на предприятиях торговли с различной численностью обслуживаемого населения, и выявленными нарушениями требований нормативных документов в этих предприятиях проведен статистический анализ с использованием пакета Microsoft Excel и программы IBM SPSS Statistic 21.

Результаты проведенного анализа лабораторных исследований пищевой продукции, отобранной в рамках надзорных мероприятий по предприятиям торговли с различной численностью обслуживаемого населения за 2016–2018 гг., показали, что наибольшее количество исследований пищевой продукции наблюдается на крупных предприятиях (4 квартиля), а наименьшее — в предприятиях мелкой розничной торговли (1 квартиля). В то же время установлено, что на крупных предприятиях торговли несоответствующая продукция по показателям качества и безопасности выявляется реже (4,9%), а на небольших предприятиях 2 и 3 квартиля — чаще (7,4% и 5,8% соответственно). Больше всего несоответствующей продукции отмечается по физико-химическим и микробиологическим показателям, особенно на предприятиях торговли 2 и 3 квартилей, где удельный вес такой продукции составляет 8,7% и 5,8% соответственно, а по микробиологическим показателям практически по всем предприятиям существенно не отличается (1 квартиль — 3,7%, 2 квартиль — 4,1%, 3 квартиль — 4,4% и 4 квартиль — 4,5%).

Следует отметить, что наибольшее количество мероприятий по соблюдению требований СП 2.3.6.1066–01 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям торговли и обороту в них продовольственного сырья и пищевых продуктов» (далее — СП) и статьи 17 ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (далее — ТР ТС) проводилось в крупных предприятиях торговли (4 квартиля). При этом по всем предприятиям торговли независимо от численности обслуживаемого населения количество выявленных нарушений отличается незначительно, их удельный вес составляет по СП от 6,8% до 7,2% и по ТР ТС от 10,2% до 11,6%. По результатам надзорных мероприятий установлены часто встречаемые нарушения требований нормативных документов, к которым относятся требования по хранению и реализации пищевой продукции, прохождению медосмотров, гигиенической подготовке персонала, организации производственного контроля и другие. Наблюдается ежегодное снижение количества часто встречаемых нарушений как СП (удельный вес нарушений с 27,9% до 23,1%), так и статьи 17 ТР ТС (удельный вес нарушений с 22,9% до 13,8%), но при этом их частота остается достаточно высокой.

В свою очередь, корреляционный анализ показал наличие зависимости между неудовлетворительными результатами лабораторных исследований по микробиологическим, физико-химическим показателям пищевой продукции, отобранной на различных предприятиях торговли, и выявленными в них нарушениями требований СП, ТР ТС. Наибольшая зависимость по данным показателям и нарушениям СП наблюдается на предприятиях 2 и 3 квартиля (от  $r=0,225$  до  $r=0,317$ ,  $p=0,000$ ), а нарушениям ТР ТС — на предприятиях 1 и 3 квартиля (от  $r=0,167$  до  $r=0,98$ ,  $p=0,000$ ). Выявленная несоответствующая продукция по микробиологическим и физико-химическим показателям взаимосвязана с установленными нарушениями СП, ТР ТС. Так, несоблюдение температурно-влажностного режима хранения приводит к росту микрофлоры и микробиологической порче продукции; использование плохо промытого инвентаря, отсутствие медосмотров персонала, несоблюдение правил гигиены — к микробиологическому обсеменению продукции, а приемка, реализация пищевых продуктов без документов, подтверждающих их происхождение, качество и безопасность, не позволяет вовремя выявлять несоответствующую продукцию.

Таким образом, реализация качественной и безопасной пищевой продукции на предприятиях продовольственной торговли зависит от соблюдения требований санитарного законодательства. Для повышения качества и безопасности пищевой продукции особое внимание при надзорных

мероприятиях следует уделять предприятиям торговли, обслуживающим население до 200 тысяч человек, а также выявленным в исследовании нарушениям санитарного законодательства, которые с большей вероятностью влияют на качество и безопасность реализуемой продукции. Перспективным направлением для снижения нарушений кроме административных методов управления рисками реализации некачественной и опасной пищевой продукции в торговле являются профилактические мероприятия, в том числе независимая оценка соблюдения обязательных требований, информирование, консультирование, объявление предостережения, меры стимулирования добросовестности, профилактические визиты, внедрение систем менеджмента и страхования ответственности хозяйствующего субъекта перед потребителем за нанесение физического и экономического вреда (ущерба).

Поступила 06.11.2020

## **ЗДОРОВЬЕСБЕРЕГАЮЩИЕ ЭФФЕКТЫ ЭКСТРАКТА ЛИСТЬЕВ *STEVIA REBAUDIANA BERTONI***

Новикова И. И., д. м. н., профессор, [novik\\_ir70@rambler.ru](mailto:novik_ir70@rambler.ru),  
Огудов А. С., к. м. н., [ogudov.tox@yandex.ru](mailto:ogudov.tox@yandex.ru),  
Серенко Е. В., [serenko\\_ev@niig.su](mailto:serenko_ev@niig.su),  
Чуенко Н. Ф., [natali26.01.1983@yandex.ru](mailto:natali26.01.1983@yandex.ru),  
Семенухина М. В., [semenikhina\\_mv@niig.su](mailto:semenikhina_mv@niig.su),  
Гавриш С. М., [gavrish\\_sm@niig.su](mailto:gavrish_sm@niig.su)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия

Вопрос замены сахара на экстракт листьев *Stevia rebaudiana Bertoni* в привычном ежедневном рационе питания с целью соблюдения формулы здорового питания и сокращения калорийности рациона не нашел однозначного решения. Несмотря на проблему высокой распространенности ожирения и избыточной массы тела, заболеваний системы кровообращения, сахарного диабета, традиции использования сахара при изготовлении блюд и напитков достаточно сильны. Изучение свойств экстракта листьев *Stevia rebaudiana Bertoni* и оценка возможности его использования в повседневном питании проведены в рамках реализации НП «Демография» ФП «Укрепление общественного здоровья» с целью оценки иммуномодулирующего, гипогликемического и гиполипидемического эффекта.

Исследование проведено на крысах-самцах линии Wistar.

Оценка гипогликемического и гиполипидемического эффекта проводилась с помощью биохимического анализа сыворотки крови (глюкоза крови, общий холестерин, триглицериды, липопротеины высокой плотности, коэффициент атерогенности). Параметры функциональной активности иммунной системы оценивались по высоте реакции гиперчувствительности замедленного типа.

В ходе эксперимента животные были разделены на 6 групп: «группа № 1» — контрольная (с дистиллированной водой); «группа № 2» — опытная (с экстрактом стевии); «группа № 3» — дитизон индуцированная группа (модель сахарного диабета с дистиллированной водой); «группа № 4» — дитизон индуцированная группа (модель сахарного диабета с экстрактом стевии); «группа № 5» — tween-индуцированная группа (модель гиперлипидемии с дистиллированной водой); «группа № 6» tween-индуцированная группа (модель гиперлипидемии с экстрактом стевии). Опытная и контрольная группы содержались на стандартной диете, контрольная группа получала также дистиллированную воду в объеме разведенного экстракта листьев стевии. Продолжительность эксперимента — 1 неделя, в ходе которой все животные получали разведенный высокоочищенный экстракт листьев стевии.

Результаты исследования показали стойкое снижение концентрации глюкозы в крови экспериментальных животных, данный эффект отмечен по всем опытным группам. На модели острой гиперлипидемии, вызванной введением детергента Твин-80, и после иммунизации эритроцитами барана в крови лабораторных животных не обнаруживались статистически значимые

изменения концентрации глюкозы по сравнению с контрольной группой. Таким образом, использование высокоочищенного сухого экстракта листьев стевии в качестве естественного сахарозаменителя может использоваться как альтернатива возможной замены сахара и сахаросодержащих продуктов при сахарном диабете для стабильного снижения уровня глюкозы в крови. Экспериментальные данные в контексте с литературными источниками демонстрируют стимулирующее воздействие на инсулин-продуцирующие клетки поджелудочной железы с повышением секреции.

При дитизон индуцированном сахарном диабете использование экстракта листьев стевии увеличивает реакцию гиперчувствительности замедленного типа по сравнению с контролем, что указывает на выраженный иммуностимулирующий эффект клеточного звена. Аналогичный эффект отмечался и в группе условно-здоровых животных.

Оценка гипополипидемического эффекта экстракта листьев *Stevia rebaudiana Bertoni* проводилась на группах условно-здоровых лабораторных животных; на экспериментальной модели дитизон индуцированного цинк-связывающего сахарного диабета в норме и при активации клеточного иммунного ответа; в условиях острой гиперлипидемии вызванной детергентом Твин-80 в норме и при активации клеточного иммунного ответа.

В результате исследований установлено статистически значимое снижение уровня холестерина и триглицеридов в плазме крови опытной группы с дитизон индуцированным «цинковым» сахарным диабетом в условиях активации клеточного звена иммунного ответа. Данная экспериментальная модель отражает стабильное состояние больного сахарным диабетом 2 типа при условии патогенного воздействия, индуцирующего клеточный иммунный ответ (вирусы, бактерии, грибы). В условно здоровой группе результаты исследования демонстрировали статистически значимое повышение липопротеидов высокой плотности в плазме крови опытной группы по сравнению с контрольной. Повышение липопротеидов высокой плотности на фоне снижения липопротеидов низкой плотности и холестерина снижает риски развития болезней системы кровообращения и атеросклероза. По экспериментальным данным установлена тенденция к снижению липопротеидов низкой плотности, холестерина и повышению липопротеидов высокой плотности, что подтверждает наличие гипополипидемического эффекта.

Таким образом, результаты исследования свидетельствуют о наличии у экстракта листьев стевии иммуномодулирующего, гипогликемического и гипополипидемического эффектов. Эффект индукции клеточного иммунного ответа на фоне отсутствия побочных негативных реакций, может быть востребован для профилактики острых респираторных заболеваний. Гипогликемический и гипополипидемический эффекты *Stevia rebaudiana Bertoni* актуальны для профилактики избыточной массы тела, а также в питании больных сахарным диабетом второго типа. Переход на формулу здорового питания актуализирует потребность смены сложившихся стереотипов в приготовлении блюд и напитков с заменой сахара на естественные сахарозаменители, обладающие здоровьесберегающими эффектами.

Поступила 01.11.2021

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СТАБИЛЬНОСТИ СОДЕРЖАНИЯ ЙОДА В ПИЩЕВОЙ ЙОДИРОВАННОЙ СОЛИ**

Огудов А. С., к. м. н., [ogudov.tox@yandex.ru](mailto:ogudov.tox@yandex.ru),

Чуенко Н. Ф., [natali26.01.1983@yandex.ru](mailto:natali26.01.1983@yandex.ru)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Новосибирский научно-исследовательский институт гигиены» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Новосибирск, Россия

Необходимость контроля за содержанием йода в йодированной поваренной соли обусловлена существованием интервала допустимого и достаточного потребления этого элемента человеком, составляющего 150–200 мкг/сутки. Исследовано содержание йода при хранении в различных условиях и термической обработке солевого раствора. На основе полученных результатов сформулированы условия оптимального хранения и ввода йодированной соли в рецептуру для сохранения содержания йода в пищевых продуктах.

Целью исследования была оценка необходимости корректировки рецептур для максимального сохранения йода в блюдах с добавлением йодированной поваренной соли. К основным задачам исследования относились: оценка зависимости содержания йода в соли от времени и условий хранения, изменения содержания йода при кипячении солевого раствора, в том числе в кислой среде.

Изучение содержания йода проводилось согласно МУК 4.1.699–98 «Определение йода в соли поваренной пищевой, йодированной йодатом калия» (погрешность не более 0,5%). Метод анализа основан на взаимодействии йодата калия с йодидом калия в кислой среде и титровании выделившегося йода тиосульфатом натрия. Материалом исследования являлись образцы йодированной соли разных производителей с разными сроками изготовления, расфасованные в полиэтиленовые пакеты, картонные коробочки, пластиковые шейкеры.

Йодированная поваренная соль предназначена для профилактики йод-дефицитных заболеваний в географических местностях с природным дефицитом йода и содержит строго определенные количества йодсодержащих солей — йодида или йодата калия. В последние годы в литературе появились критические публикации о низкой эффективности йодирования соли. Утверждается, что величина потребления йода с йодированной солью во многом лимитируется неизбежными потерями йода из соли в процессе хранения и термической обработки пищи, которые могут достигать 40%. В этой связи выполнены исследования по определению содержания йода при хранении в различных условиях и термической обработке раствора пищевой йодированной соли. В рамках реализации мероприятий Национального Проекта «Демография» федерального проекта «Укрепление общественного здоровья» исследован йодат калия в пищевой йодированной соли, произведенной по ГОСТ Р 51 574–2000, 2003, 2018, в пачках ведущих производителей из России, Республики Беларусь и Казахстана.

Проведенные исследования показали, что все значения содержания йода в образцах разных производителей регистрируются в диапазоне концентраций, указанных в ГОСТ. Подтверждено, что в течение срока годности йодат калия достаточно стабилен в нормальных условиях и применение исследуемой соли возможно без необходимой корректировки содержания йода.

Установлено, что концентрации йода в соли, содержащей йодат калия, при хранении и термической обработке раствора соли не изменяются. По результатам исследований, моделирующих хранение в сухих и влажных условиях, установлено, что в сухих условиях средняя концентрация йода в соли через 720 часов хранения составила  $39,1 \pm 2,1$  мг/кг, во влажных условиях —  $36,5 \pm 1,9$  мг/кг. Таким образом, при хранении в сухих условиях изменения содержания йодата калия практически не происходит. При хранении во влажных условиях падение содержания йода составляет менее 10% от исходного уровня и не опускается ниже предела, заявленного производителем. Это дало основания рекомендовать хранение исследованной соли в открытых пачках в сухих условиях.

По результатам кипячения водного раствора соли с йодатом и кипячения подкисленного водного раствора установлено, что через 30 минут кипячения в подкисленной среде средняя концентрация йодата калия снижается до  $35,2 \pm 2,1$  мг/кг, при исходной —  $38,9 \pm 1,7$  мг/кг. Следовательно, при кипячении раствора соли происходит падение содержания йодата калия, однако в нейтральной среде такое падение составляет менее 10% от исходного содержания. При кипячении в кислой среде падение около 10%. Это позволило рекомендовать солить пищу, во избежание потери йода, только после ее приготовления. В первую очередь это касается блюд с повышенной кислотностью.

Таким образом, по полученным результатам и проведенному обзору литературных источников, необходимость в существенной корректировке рецептур или замене йодата калия на другие йодсодержащие препараты отсутствует. Подтверждена стабильность йодата калия, используемого для йодирования соли, при хранении и достаточная стабильность при нагревании и кипячении в растворе. По результатам проведенных исследований, для технологических карт в детских образовательных учреждениях и населения во избежание потерь полезного йода предложено употребление только свежеприготовленных блюд.

Поступила 30.10.2020

## МЕРОПРИЯТИЯ ПО ПРЕДУПРЕЖДЕНИЮ РАЗВИТИЯ ИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ В ОРГАНИЗАЦИЯХ ТОРГОВЛИ ПИЩЕВЫМИ ПРОДУКТАМИ В УСЛОВИЯХ ПАНДЕМИИ COVID-19

<sup>1</sup> Русаков В. Н., к. м. н., [rusakovvn@fferisman.ru](mailto:rusakovvn@fferisman.ru),

<sup>1</sup> Синицына О. О., д. м. н., профессор, член-корр. РАН, [sinitsynaoo@fferisman.ru](mailto:sinitsynaoo@fferisman.ru),

<sup>2</sup> Стрекачева Л. В., [strekacheva\\_lv@cgemo.ru](mailto:strekacheva_lv@cgemo.ru),

<sup>1</sup> Истомин А. В., д. м. н., профессор, [istominav@fferisman.ru](mailto:istominav@fferisman.ru),

<sup>2</sup> Захаров К. Е., [zaharov\\_ke@cgemo.ru](mailto:zaharov_ke@cgemo.ru),

<sup>1</sup> Ведилина М. Т., [vedilinamt@fferisman.ru](mailto:vedilinamt@fferisman.ru)

<sup>1</sup> Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия;

<sup>2</sup> Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Московской области», г. Мытищи, Россия

В условиях пандемии COVID-19 профилактические мероприятия по предупреждению развития инфекционных заболеваний в местах массового скопления людей, проводимые в организациях торговли пищевыми продуктами, должны быть направлены на все звенья эпидемического процесса. Всемирной организацией здравоохранения и Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (далее — Роспотребнадзор) разработаны руководства, касающиеся профилактики COVID-19 применительно к организациям торговли, которые содержат профилактические меры по предотвращению заноса инфекции в организации торговли и снижают риск возникновения развития инфекционных заболеваний. Также для обеспечения санитарно-эпидемиологической безопасности на предприятиях торговли Роспотребнадзором утверждены Методические рекомендации МР 3.1/2.3.5.0191–20 «Рекомендации по профилактике новой коронавирусной инфекции (COVID-19) в предприятиях торговли». Распространение и занос инфекционных заболеваний в организациях торговли возникает при нарушении санитарно-эпидемиологических требований, регламентированных СП 2.3.6.1066–01 «Санитарно-эпидемиологические требования к организациям торговли и обороту в них продовольственного сырья и пищевых продуктов», а именно таких, как: размещение, планировка, санитарно-техническое состояние, содержание, условия транспортирования продукции, приемка и хранения пищевых продуктов, а также нарушений условий труда персонала.

На пищевых предприятиях должны быть внедрены и соблюдены системы управления безопасностью пищевых продуктов, основанные на принципах ХАССП для управления рисками и предотвращения загрязнения. Обязательные программы должны включать в себя надлежащую гигиеническую практику, санитарную, зонирование зон, контроль поставщиков, хранение, распределение и транспортировку, гигиену персонала и пригодность к работе. Система менеджмента инфекционной безопасности должна строиться в соответствии с требованиями стандарта ГОСТ Р ИСО 22 000–2019.

Вероятность инфицирования людей COVID-19 через пищевые продукты или упаковку пищевых продуктов крайне незначительна. COVID-19 является респираторным заболеванием, и основным путем передачи возбудителя является контакт человека с человеком, а также непосредственный контакт с каплями, образующимися в респираторном тракте инфицированного человека при кашле или чихании.

Коронавирусы не могут размножаться в продуктах питания. Для размножения им нужен животный или человеческий организм. Но в то же время недавние исследования оценили выживаемость возбудителя COVID-19 на разных поверхностях и показали, что вирус может оставаться жизнеспособным до 72 часов на пластике и нержавеющей стали, до четырех часов на меди и до 24 часов на картоне. Исследования специалистов ФБУН ГНЦ ВБ «Вектор» Роспотребнадзора показали, что на поверхности купюр вирус сохраняет свою инфекционность не менее 1 суток, на поверхности монет — не менее 3 часов. За 1 час количество жизнеспособного вируса на поверхности монет уменьшается в 100 раз, в то время как на поверхности денежных купюр — в 10 раз. Денежные знаки также могут стать источником распространения коронавирусной инфекции.

Таким образом, применение дополнительных профилактических мероприятий на пути циркуляции вирусных инфекций является важным звеном. Для предотвращения развития инфекцион-

ных заболеваний в местах массового скопления людей, в частности, в организациях торговли пищевыми продуктами, необходима организация:

— «входного фильтра» с проведением контроля температуры тела работников и обязательным отстранением от нахождения на рабочем месте лиц с повышенной температурой тела и / или с признаками респираторного заболевания;

- входного контроля (термометрия) посетителей;
- мест обработки рук сотрудников и посетителей кожными антисептиками;
- медицинских осмотров персонала;
- сведения к минимуму пересечения маршрутов движения покупателей и персонала;
- разграничение технологических помещений;
- соблюдение социальной дистанции;
- использование средств индивидуальной защиты.

Необходимо усилить меры личной гигиены и провести курсы повышения квалификации сотрудников организаций по вопросам гигиены пищевых продуктов, чтобы исключить или уменьшить риск вирусного загрязнения поверхности пищевых продуктов и упаковочных материалов по вине работников. Важным вопросом профилактики инфекционных заболеваний является соблюдение режима условий труда, в частности, соблюдение нормируемых параметров микроклимата на рабочих местах (кассира, работников торгового зала и т. д.), а также применение объемно-планировочных решений, позволяющих исключить размещение постоянных рабочих мест на сквозняках, что позволит предотвратить переохлаждение сотрудников, и снизит риски возникновения заболеваний.

Применение средств индивидуальной защиты (масок, перчаток и т. п.), защитных экранов и оборудования, предназначенного для дезинфекции воздуха, а также дезинфицирующих средств направлено на снижение рисков передачи инфекционных заболеваний (в частности, COVID-19) между персоналом и покупателями. В то же время актуальным вопросом остается правильность их применения.

Выполнение указанных санитарно-эпидемиологических и технических мероприятий и их комплексное применение позволят предупредить развитие инфекционных заболеваний, передающихся воздушно-капельным путем, в местах массового скопления людей, в частности, в организациях торговли пищевыми продуктами, в условиях нынешней пандемии.

Поступила 06.11.2020

## **СОМАТОТИПОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПАЦИЕНТОВ С АЛИМЕНТАРНО-ЗАВИСИМОЙ ПАТОЛОГИЕЙ**

*Семенов М. М., [turadin-81@mail.ru](mailto:turadin-81@mail.ru),*

*Лапик И. А., к. м. н., [lapik\\_inbox.ru](mailto:lapik_inbox.ru),*

*Никитюк Д. Б., д. м. н., профессор, чл.-корр. РАН, [mailbox@ion.ru](mailto:mailbox@ion.ru)*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Для характеристики физического развития, анализа генетической предрасположенности к различным патологиям и для разработки персонализированных подходов к профилактике и лечению заболеваний в медицине используется оценка типа телосложения (соматотипа) человека. В настоящее время одной из распространенных в мире схем соматотипирования является схема Хит-Картера.

Целью исследования явилось изучение изменчивости соматотипа по схеме Хит-Картера у больных с алиментарно-зависимой патологией.

В исследование было включено 104 пациента (с ожирением различной степени и сахарным диабетом 2-го типа), проходивших стационарное лечение в клинике ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии». У пациентов определяли тотальные, продольные, поперечные, обхватные размеры тела и кожно-жировые складки различных участков тела. Антропометрические измерения проводили по стандартной методике, принятой в НИИ и Музее антропологии МГУ им. М. В. Ломоносова. Продольные размеры тела определяли антропометром Мартина, массу тела — на электронных весах. Обхватные размеры измеряли пластиковой сантиметровой лентой, поперечные диаметры — боль-

шим толстотным циркулем с округленными краями. Кожно-жировые складки определяли с использованием калипера Lange. Индекс массы тела (ИМТ) рассчитывали по методу Кетле (Индекс Кетле = масса тела, кг / длина тела, м<sup>2</sup>). Соматотипирование определяли по схеме Хит-Картера. Для расчета компонентов соматотипа Эндоморфии (Эндо), Мезоморфии (Мезо) и Эктоморфии (Экто) измеряли следующие антропометрические показатели: длину и массу тела, обхват напряженного плеча, обхват голени, поперечный диаметр дистального эпифиза плечевой и бедренной костей, толщину кожно-жировых складок под лопаткой, на плече сзади, над подвздошным гребнем и на голени. Компоненты Эндо и Мезо по схеме Хит-Картера на основе показателей биоимпедансометрии получали согласно рекомендованным формулам (1), (2), которые реализованы в программном обеспечении ABC01\_0362 анализатора состава тела ABC-01 «Медасс». Компонент соматотипа Экто рассчитывается по длине и массе тела.

$$\text{ENDO}_{\text{BIA}} = -2875/R50 + 0,625 \times \text{ИМТ} - 0,042 \times \text{МТ} - 0,23 \times \text{Пол} - 2,33, (R^2=0,83, \text{SEE}=0,65), \quad (1)$$

$$\text{MESO}_{\text{BIA}} = 1467/R50 + 0,552 \times \text{ИМТ} - 0,096 \times \text{МТ} + 0,59 \times \text{Пол} - 4,22, (R^2=0,86, \text{SEE}=0,47), \quad (2)$$

где R50 — активное сопротивление (Ом);  
ИМТ — индекс массы тела (кг/м<sup>2</sup>);  
МТ — масса тела (кг);  
Пол — 1 = (муж), 0 = (жен).

Для сравнения работоспособности формул (1) и (2) дополнительно оценили соматотип по Хит-Картеру согласно уточненным формулам (3) и (4) биоимпедансной оценки соматотипа у взрослых людей.

$$\text{ENDO}_{\text{BIA}} = -2837/R50 + 0,916 \times \text{ИМТ} - 0,0109 \times \text{ИМТ}^2 + 0,013 \times \text{МТ} + 0,017 \times \\ \times \text{Возраст} - 1,4 \times \text{Пол} - 5,95, (R^2=0,90, \text{SEE}=0,69), \quad (3)$$

$$\text{MESO}_{\text{BIA}} = 890,8/R50 + 0,5017 \times \text{ИМТ} - 0,073 \times \text{МТ} - 0,017 \times \\ \times \text{Возраст} + 1,17 \times \text{Пол} - 3,83, (R^2=0,78, \text{SEE}=0,88), \quad (4)$$

где Возраст — возраст (лет);  
ИМТ<sup>2</sup> — индекс массы тела (кг/м<sup>2</sup>).

В значении компонентов соматотипа при сравнении с возрастными подгруппами 1-го и 2-го периода зрелого возраста у мужчин и женщин значимых различий не обнаружено, хотя значения Эндоморфии (9,2) и Мезоморфии (8,0) в подгруппе 1-го периода зрелого возраста немного выше, чем в подгруппе 2-го периода (8,3 и 7,8 соответственно) зрелого возраста независимо от пола испытуемых. Значение балла эндоморфии у женщин значимо выше, чем у мужчин. Распределения значений компонентов эндоморфии и мезоморфии имели правосторонний скос и хорошо аппроксимировались логнормальным распределением. Распределения значений эктоморфии скошены влево и имели минимально возможное значение, равное 0,1 балла, это объясняется тем, что средний % ИМТ и ЖМТ нашего контингента выше 40, что свидетельствует о наличии ожирения III степени. Установлено, что коэффициенты детерминации формул (1) и (3) для компонента эндоморфии на слитом массиве ( $R^2=0,19$  и  $R^2=0,01$ ) не соответствовали референтным значениям  $R^2=0,83$  и  $R^2=0,90$ . Коэффициенты детерминации формулы (2) для компонента мезоморфии на слитом массиве ( $R^2=0,63$ ) также не соответствовали референтным значениям  $R^2=0,86$ , а коэффициент детерминации формулы (4) для компонента мезоморфии ( $R^2=0,79$ ) даже немного выше референтных значений  $R^2=0,78$ . Оценки компонентов соматотипа по Хит-Картеру регрессионными формулами (1), (3) для эндоморфии и формула (2) для мезоморфии в целом оказались не информативными для нашего контингента. Исключение составила формула (4) для мезоморфии, точность оценки которой немного выше даже референтных значений.

Таким образом, средние значения антропометрических показателей и значение средних соматотипов по Хит-Картеру у пациентов с алиментарно-зависимыми патологиями достоверно не отличаются в возрастных подгруппах 1-го и 2-го периода зрелого возраста у мужчин и женщин. С учетом возрастных подгрупп и без учета отмечался выраженный половой диморфизм по антропометрическим показателям и по компоненту соматотипа эндоморфии, за исключением показателя ИМТ. Показана непригодность оценки соматотипа по Хит-Картеру у пациентов

с алиментарно-зависимыми патологиями по данным биоимпедансометрии. Ввиду значимой корреляции биоимпедансных и антропометрических оценок компонентов соматотипа по Хит-Картеру, показанных в работах, считаем целесообразным разработку новых регрессионных уравнений для оценки соматотипа данного контингента в последующем.

*Научно-исследовательская работа по подготовке рукописи проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания.*

Поступила 01.11.2020

## **ИЗУЧЕНИЕ ПИЩЕВОГО ПОВЕДЕНИЯ ШКОЛЬНИКОВ И ВЫБОРА ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО АССОРТИМЕНТА ПИТАНИЯ (НА ПРИМЕРЕ ШКОЛЫ / ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ЮАО Г. МОСКВЫ)**

*Соловьева Ю.В., к. м. н., yula\_24@mail.ru,*

*Летучая Т.А., letuchaia.ta@nczd.ru,*

*Горелова Ж.Ю., д. м. н., профессор, nczdlep@mail.ru*

Федеральное государственное автономное учреждение «Национальный медицинский исследовательский центр здоровья детей» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Правильное здоровое питание, организация в школе основного и дополнительного рациона для детей и подростков, соответствующего принципам здорового питания, рекомендуемого Всемирной организацией здравоохранения, разнообразие ассортимента питания в школе и дома являются одними из основных факторов формирования правильных пищевых привычек и навыков у детей и подростков. Под организацией дополнительного (или промежуточного) питания учащихся понимают реализацию (свободную продажу) пищевых продуктов в столовых, буфетах, барах, с отдельных прилавков, а также на иных торговых точках на территории образовательных организаций в качестве буфетной продукции.

Дополнительное питание осуществляется через буфеты во всех государственных образовательных учреждениях. Через буфеты реализуется продукция в соответствии с санитарными правилами: фрукты, чай, соки, молоко, сыр, хлебобулочные изделия, мучные и кондитерские изделия. В школьном буфете требованиями санитарно-эпидемиологических правил строго запрещена продажа выпечки с кремом, карамели, чипсов, попкорна, жевательной резинки, консервов, сырокопченых мясных изделий, колбасы, грибов и блюд из них, паштетов и блинчиков с творогом и мясным фаршем, соусов, блюд, приготовленных во фритюре, молочных продуктов и мороженого на основе растительных жиров, ядер косточек абрикоса и арахиса, субпродуктов (кроме печени, сердца и языка) и сладких газированных напитков.

Кроме того, даже когда организовано полноценное питание учащихся, промежуток между отдельными приемами пищи у школьников не всегда составляет рекомендуемые 3,5–4 часа, а многие обучающиеся по различным причинам не получают и полноценного домашнего питания.

Таким образом, все категории учащихся образовательных учреждений нуждаются в организации так называемого дополнительного (промежуточного) питания. То есть в образовательных организациях должна быть организована реализация буфетной продукции в достаточном ассортименте.

Однако в ассортименте буфетов часто преобладают кондитерские изделия и напитки с низкой пищевой ценностью. Ассортимент реализуемой буфетной продукции ограничен и не всегда соответствует гигиеническим рекомендациям.

Основными задачами при формировании ассортимента пищевых продуктов, предназначенных для организации дополнительного питания обучающихся, являются: обеспечение детей и подростков пищевыми продуктами, соответствующими возрастным физиологическим потребностям в пищевых веществах и энергии, принципам рационального, сбалансированного, здорового питания, требованиям качества, безопасности и пищевой ценности, а также создание условий для оптимального физического развития детей и подростков и предупреждение (профилактика) инфекционных и неинфекционных заболеваний.

При формировании ассортимента пищевых продуктов для организации дополнительного питания учащихся учитывается качественный состав основного рациона питания (ассортимент пищевых продуктов, входящий в этот день в состав основного рациона питания). При этом по возможности в ассортимент продуктов для свободной продажи наряду с теми продуктами, которые входят в состав основного рациона питания, следует включать продукты, которые учащиеся не могут получить в этот день в составе завтраков или обедов.

Условия реализации пищевых продуктов для дополнительного питания детей и подростков в образовательных учреждениях устанавливаются в соответствии с требованиями санитарных правил и с регламентируемыми изготовителем пищевых продуктов сроками годности и условиями хранения, указываемыми на упаковке (в этикетной надписи).

Целью исследования была оценка пищевого поведения, особенностей выбора основной и буфетной продукции и предпочтений школьников дополнительного ассортимента питания в образовательных организациях (на примере школ г. Москвы).

Исследование пищевого поведения школьников проводилось путем анкетирования на базе школы / образовательного комплекса / г. Москвы (ЮАО). Обследовано всего 128 детей, из них 94 школьника в возрасте от 7 до 18 лет (70 девочек и 24 мальчика), 34 ребенка в возрасте 6 лет, воспитанники дошкольных образовательных учреждений. Оценивались пищевые предпочтения блюд в образовательной организации и дома в следующие приемы пищи: завтрак, обед, полдник, ужин, кроме того, изучались пищевые предпочтения по ассортименту дополнительного питания в буфете — выпечке, молочным, кондитерским изделиям, холодным закускам и напиткам. Для анализа работы использовались статистические методы Statistica 6.0 и Excel 2007.

Результаты исследований по оценке пищевого поведения школьников на примере образовательного комплекса по данным анкетирования показали, что большинство обучающихся на завтрак предпочитают кашу — 85 (66,4%), кроме того в качестве предпочтений блюд на завтрак были отмечены оладьи — 80 (62,5%), омлет — 92 (71,8%), творог — 63 (49,2%), бутерброды и яйца — 61 (47,6%), котлеты — 24 (18,75%), блины — 24 (18,75%).

Колбасные изделия на завтрак предпочли 7 школьников (5,46%), йогурт — 70 (89,6%), какао — 72 (56,2%), молоко — 56 (43,75%), фрукты — 17 (13,28%), сырники — 94 (73,4%), сухие завтраки — 1 (1,28%) учащийся.

В меню обеда на первое дети выбрали блюда в следующей последовательности: борщ — 66 (51,5%), щи — 36 (28,1%), куриный суп — 13 (10,15%), овощной суп — 13 (10,15%).

На второе блюдо в обед запеканку выбрал 91 школьник (71%), котлеты — 24 (18,75%), картофельное пюре — 13 (10,15%), голубцы — 9 (7%), отварное мясо или рыбу — 4 (3,1%).

В качестве напитка на обед компот предпочитали 6 (4,68%), сок — 14 (11%), чай — 16 (12,5%), какао — 92 (72%) учащихся.

На полдник среди всех обследованных учащихся фрукты выбрали 88 (68,75%), печенье — 63 (49,2%), йогурт — 43 (33,5%), кефир — 35 (27,3%), выпечку — 32 (25%) и творог — 31 (24,2%) человек.

На ужин рыбу предпочитают 9 (7%), мясную запеканку — 7 (5,46%), котлету — 5 (3,90%), овощи — 13 (10,2%), мясо индейки — 1 человек, вареники — 3 (2,3%), плов — 4 (3%), картофель — 4 (3%), выпечку — 1 человек.

В качестве холодной закуски предпочтения распределились следующим образом: овощной салат — 79 (62%), салат «Цезарь» — 16 (12,5%), бутерброды — 5 (3,9%), винегрет — 11 (8,59%), колбаса — 6 (4,68%), гамбургер — 6 (4,68%), зефир — 5 (3,9%).

В качестве напитка 48 детей (37,5%) выбирали компот, морс — 3 (2,3%), кисель — 28 (21,8%), чай — 30 (23,4%), кефир — 10 (7,81%), йогурт — 9 (7,08%).

По результатам полученных данных осуществлена оценка фактического рациона питания обучающихся и вкусовых предпочтений детей. По результатам проведенного анкетирования было установлено, что большинство детей уже к началу обучения имели определенный стереотип пищевого поведения. Так, например, на завтрак йогурт предпочитали 89,6%, сырники — 73,4%, омлет — 71,8%, кашу — 66,4%, оладьи — 62,5%. В качестве напитка на завтрак школьники отметили какао — 56,2% и молоко — 43,75% любимыми напитками. В качестве блюд на обед в большинстве случаев дети отмечали борщ — 51,5% и щи — 28,1%. На второе блюдо в обед запеканку — 71%, котлеты — 18,75%, картофельное пюре — 10,15%. На полдник дети чаще всего выбирали фрукты — 68,75%, печенье — 49,2% и йогурт — 33,5%. В качестве холодной закуски овощной салат выбрали 62%, винегрет — 8,59%.

Поступила 03.11.2020

# NITROSAMINES AND POLYCYCLIC AROMATIC HYDROCARBONS IN FOOD: RISK MANAGEMENT APPROACH

*Fedorenko E. V., PhD, afedorenko71@mail.ru,  
Dalhina N. A., dlginan@rambler.ru*

Republican unitary enterprise «Scientific Practical Centre of Hygiene», Minsk, Republic of Belarus

Foods must be safe for consumers and comply with established legal regulations. Nitrosamines (*hereinafter* – NA) and polycyclic aromatic hydrocarbons (*hereinafter* – PAH) have different mechanisms of formation during the food processing and pathways for food contamination.

The level of the compounds under discussion depends on it:

- type of technological process and its parameters;
- chemical composition of food;
- ingredients to be introduced;
- environmental impact likelihood.

Carcinogenic alimentary risk management should be based on an integrated approach that focuses on the sources of chemical substances inputs into the environment and the conditions contributing to their formation during production.

It is established that in order to reduce the alimentary carcinogenic risk it is necessary to implement a set of measures specific for individual stages of food production and depending on the types of technological process and the probability of its contamination from the environment sources. The above measures, aimed at reducing the health risk, include:

- prevention of environmental pollution by chemical contaminants;
- legal regulation of the substances under discussion in food raw materials and food products;
- assessment of the recipes for multi-component food products;
- analysis of physical, chemical and biological properties of food products that affect the level and rate of carcinogenic contaminants formation.

At the production stage, hygienic assessment of food production methods is provided from the perspective of the presence of processing stages contributing to the formation of carcinogenic contaminants, monitoring of food production and storage conditions, compliance, efficiency and actual implementation of the manufacturing management program. The physical, chemical and biological properties of food are also important. This allows predicting the probability of NA and PAH formation during food production.

The NA precursors are nitrates and nitrites. Nitrates are low-toxic compounds. However, nitrates can transform into more toxic nitrites, which cause methemoglobinemia in small children. In the process of endogenous synthesis, nitrites are converted to NA. Along with nitrogen-containing precursors of NA, proteins and the products of their degradation (secondary amines). NA precursors are present in food products in a wide range of values due to their natural content or their use in ingredients. Nitroization is possible as a result of microbial activity. Maximum reduction of microbial contamination will help reduce the level of NA in the product.

PAHs are formed as a result of the combustion of organic matter and certain technological processes of food production, such as smoking, drying, frying, grilling, using barbecue, smoke flavorings.

The use of smoking flavorings is specific for PAH. Their application instead of traditional smoking, will allow to regulate the level of the discussed compounds in food to a more significant degree. The lower cooking temperature also reduces the final PAH level in food. There is a higher probability of PAH formation in products with high fat content.

It is necessary to control hygienic conditions of food production, including reducing the level of chemical contamination of food raw materials.

Thus, the above mentioned demonstrates the necessity to take measures in the food processing to reduce the level of NA and PAH in food products.

Поступила 12.11.2020

## УПРАВЛЕНИЕ АЛИМЕНТАРНЫМИ ВИРУСНЫМИ РИСКАМИ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ САНИТАРНО- ПРОТИВОЭПИДЕМИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ

*Федоренко Е. В., к. м. н., доцент, pitanie\_f@rspch.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В соответствии с Законом «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» санитарно-противоэпидемические мероприятия включают среди прочего организационные, профилактические и иные меры, направленные на устранение или уменьшение неблагоприятного воздействия на организм человека факторов среды его обитания, предотвращение заноса, возникновения и распространения инфекционных заболеваний, их локализацию и ликвидацию.

Пищевая продукция является фактором передачи ряда пищевых инфекций и интоксикаций бактериальной и вирусной этиологии, поэтому управление биологическими рисками является одним из элементов первичной профилактики инфекционных заболеваний.

Заболеваемость острыми кишечными инфекциями, вызванными установленными и неустановленными возбудителями, составила в Республике Беларусь в 2019 г. 155,5 случая на 100 тысяч населения, при этом, согласно данным последних лет, доля вирусных гастроэнтероколитов составляет около 60 %.

Контаминация пищевой продукции вирусными патогенами возможна на этапе получения сырья, например, через загрязненную воду либо в процессе переработки через объекты технологической среды. При этом на производстве источниками вирусной контаминации могут быть как оборудование и инвентарь, так и работники (больные или вирусоносители). Санитарно-гигиенические условия производства, в том числе поточность, эффективность и качество процедур мойки и дезинфекции, также являются детерминантами реализации алиментарных биологических опасностей.

Методы управления алиментарным вирусным риском для здоровья населения при производстве пищевой продукции основываются на общих гигиенических подходах и должны учитывать устойчивость вирусов к факторам окружающей среды.

При планировании санитарно-противоэпидемических мероприятий, направленных на снижение популяционного риска распространения вирусных инфекций с алиментарным путем передачи, необходимо руководствоваться в первую очередь эпидемиологическими данными по заболеваемости острыми кишечными инфекциями вирусной этиологии. Важным является анализ этиологической структуры пищевых инфекций вирусной этиологии и конкретных факторов передачи заболеваний. При определении приоритетных мер по управлению алиментарными вирусными рисками целесообразно оценивать вероятность вирусной контаминации на стадии получения сырья, эффективность мер мойки и дезинфекции в отношении вирусных патогенов, соблюдение правил личной гигиены, контроль за состоянием здоровья работников, производственную дисциплину в части соблюдения санитарно-эпидемиологических требований к условиям производства. Указанные меры целесообразно формализовывать в рамках программы производственного контроля, что позволяет оценить их полноту и качество при осуществлении государственного санитарного надзора.

Эффективность проводимых санитарно-противоэпидемических мероприятий может оцениваться на основе объективных данных — результатов лабораторного контроля факторов среды обитания (пищевых продуктов и смывов с технологического оборудования) и тенденции эпидемического процесса пищевых инфекций вирусной этиологии.

Поступила 09.11.2020

## Раздел 6

# ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ. СТАТЬИ

## ASSESSMENT OF THE IMPACT OF TEMPERATURE AND TIME ON THE VIABILITY OF SKIN AUTOGRAFTS

<sup>1</sup>*Bakunovich A. A., bakunovich.aliaksei@ibiochemistry.by,*

<sup>1</sup>*Yarashenka Y. V., julia2222@yandex.ru,*

<sup>2</sup>*Melamed V. D., Ph. D. (Med.), Assistant Professor, allotransplan@mail.ru,*

<sup>1</sup>*Astrowski A. A., D. Sc. (Med.), Professor, astrowski@gmail.com*

<sup>1</sup>Republican Research Unitary Enterprise «Institute of Biochemistry of Biologically Active Compounds of the National Academy of Sciences», Grodna, Republic of Belarus;

<sup>2</sup>Grodna State Medical University, Grodna, Republic of Belarus

In the practice of scientific research, it is necessary to identify the influence of various factors (including toxins, radiation, etc.) on the viability of skin grafts [1]. Methods developed to clarify this issue in laboratory conditions on experimental animals include: macro- and microscopy, histological examination, trypan blue staining – MTT test, test for proliferative activity, assessment of oxygen consumption, results of transplantation, etc.

Back in the mid-twentieth century, immunologists Medavar and Billingham [2, 3] evaluated the viability of skin areas, taken from the rabbit ear and transplanted to the wound surface (hereinafter – WS), by the presence of viable melanoblastocytes.

In this work, for the above purpose, it is proposed to use skin autografts (hereinafter – SAG) obtained from the auricle of laboratory rats that have been in saline for a longer or shorter period of time, and then transplanted to the WS. If the SAG remained viable and fit well to the WS, they strongly suppressed wound contraction. Evaluation of the latter served as a criterion for the survival rate of SAG outside the body.

In this regard, the purpose of this study was to test the possibility of assessing the extent to which the temperature and time during which SAG were in saline solution can affect their viability.

In this study, 25 female Wistar rats weighing 200–280 g were used. All manipulations with animals were performed in accordance with GOST 33215–2014, GOST 33216–2014, TKP 125–2008 (02 040) “Good laboratory practice”. Namely, during all operations, dressings, photography, as well as during decapitation, the rats were under ether anesthesia.

A full-thickness wound was created in the interscapular region of all animals using a previously developed technique [4]. 2 days after that, the transplantation (hereinafter – T) was performed, which consisted of several stages. First, the animals' ear was cut off with scissors so that a square flap with an area of at least 100 mm<sup>2</sup> could be obtained from it. Then, using forceps, the auricle was divided into two layers – external and internal. The internal layer was transferred to a drop of saline solution, where a square with an area of about 100 mm<sup>2</sup> was cut out with a sterile blade, which as then cut into 4 autografts-25 mm<sup>2</sup> in size. The resulting SAG were put to a large drop of saline solution on a slide, which, in turn, was placed in a Petri dish with 100% humidity. After SAG were kept in these conditions for a certain time at the appropriate temperature, they were transplanted to the WS.

Depending on the temperature and time of SAG incubation in saline, all experimental animals were divided into 5 groups:

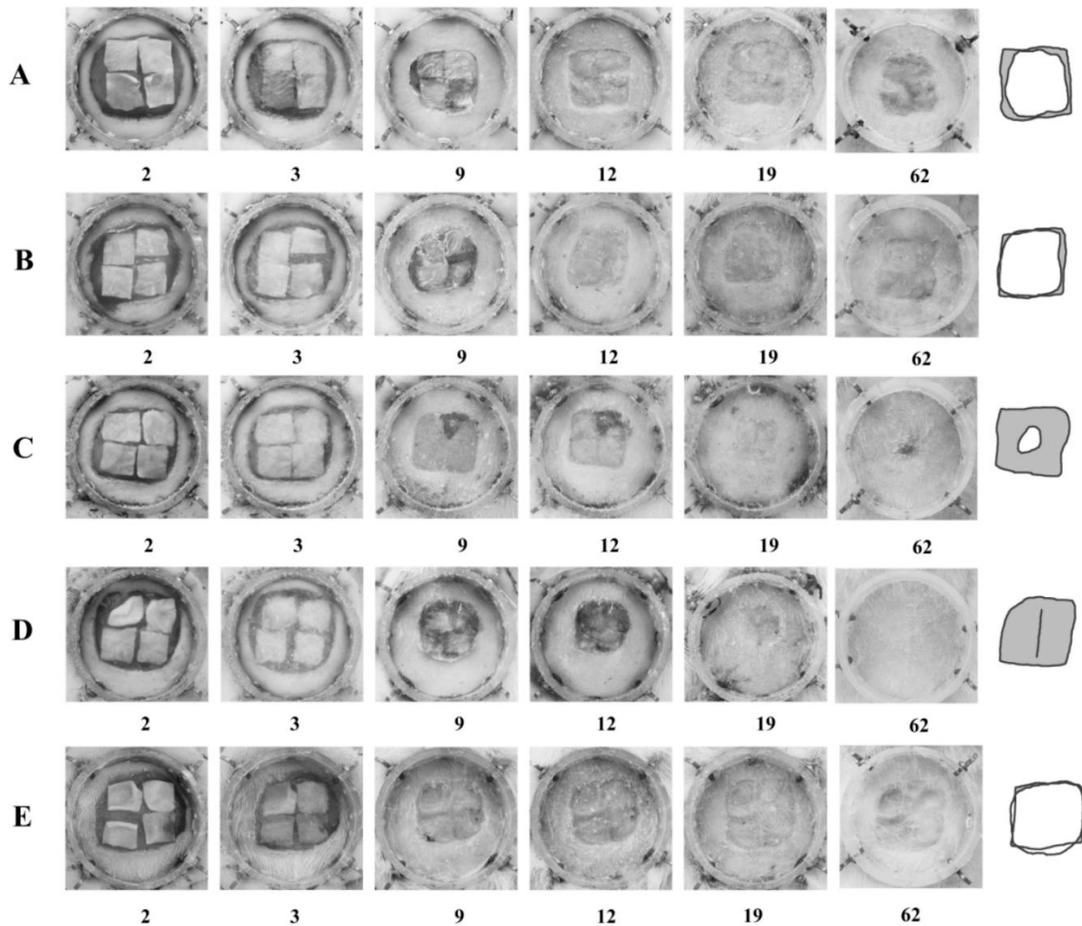
- 1<sup>st</sup> group (n=5): temperature +21 °C, period of time – less than 1 h,
- 2<sup>nd</sup> group (n=5): temperature +21 °C, period of time – 6 h,
- 3<sup>rd</sup> group (n=5): temperature +21 °C, period of time – 24 h,
- 4<sup>th</sup> group (n=5): temperature +21 °C, period of time – 48 h,
- 5<sup>th</sup> group (n=5): temperature +4 °C, period of time – 24 h.

After T, the rats were bandaged daily. The WS with SAG was photographed (using a Sony Cyber shot DSC W800 camera; 20.1 megapixels) and later measured using program ImageJ.

The main indicator of SAG survival and their inhibitory effect on contractation was the area of WS on the day of measurement relative to the area of SAG transferred to the wound surface. This indicator was calculated in% and symbolically designated as Sw. The key time points for evaluating the results of T were chosen 2.5 weeks and 2 months after T. The 1st group served as the control. The accuracy of the differences was determined by an unpaired t-test. The samples were tested for normality using the Shapiro-Wilko test and the Kolmogorov-Smirnov test with the Lilliefors correction.

Two months after T, tissues were taken from the site of the former injury for histological examination. They were fixed in a formalin–alcohol–acetic acid mixture in the straightened state, washed, dehydrated, and poured into paraffin. Sections 5 microns thick were made and stained with hematoxylin and eosin. The preparations were studied using a Leica DM6 B microscope.

Examples of how wounds and SAG were changing in animals of all groups can be seen in Figure 1 (shown for one animal from the group).



**Figure 1. — Examples of wound healing in animals of experimental groups:**

A — in the first group; B — in the second group; C — in the third group; D — in the fourth group; E — in the fifth group; numbers — day after the creation of the wound. On the right, it is schematically indicated how the WS has changed since transplantation in 60 days: the outer black line indicates the initial border of the WS; the inner black line limits the area of the WS in 60 days from the moment of transplantation. It can be seen that the larger the area of gray space between the outer and inner lines, the less viable the SAG were.

The statistically processed results of the study are shown in figure 2.

It can be seen that after 17 days from the moment of T in animals of the 2<sup>nd</sup>, 3<sup>rd</sup> and 4<sup>th</sup> groups, when compared with the first (control) group, there is a decrease in the inhibitory effect of SAG on the contraction of the WS. Moreover, the longer the SAG were kept at room temperature in saline, the more they reduced their viability and less inhibited wound contraction. However, the presence of SAG at a temperature of +4 °C did not affect their viability (Sw corresponded to the control values).

After 60 days from the time of transplantation, the common regularity was repeated. However, in animals of groups 1, 2, and 5, the wound area increased when compared with 17 days after T. This is

probably due to the fact that in conditions of relatively good engraftment of SAG, 2 months after T, the body weight of the rat and, accordingly, the area of its skin increased, and along with the latter, the area of the former wound. However, in animals of groups 3 and 4, the wound area, on the contrary, decreased (probably, in animals of group 4, SAG completely died). This means that if SAG have significantly lost their viability as a result of some kind of exposure, it will take longer than 2.5 weeks (for example, 4 or more weeks) to more accurately assess their inhibitory effect on the wound contraction.

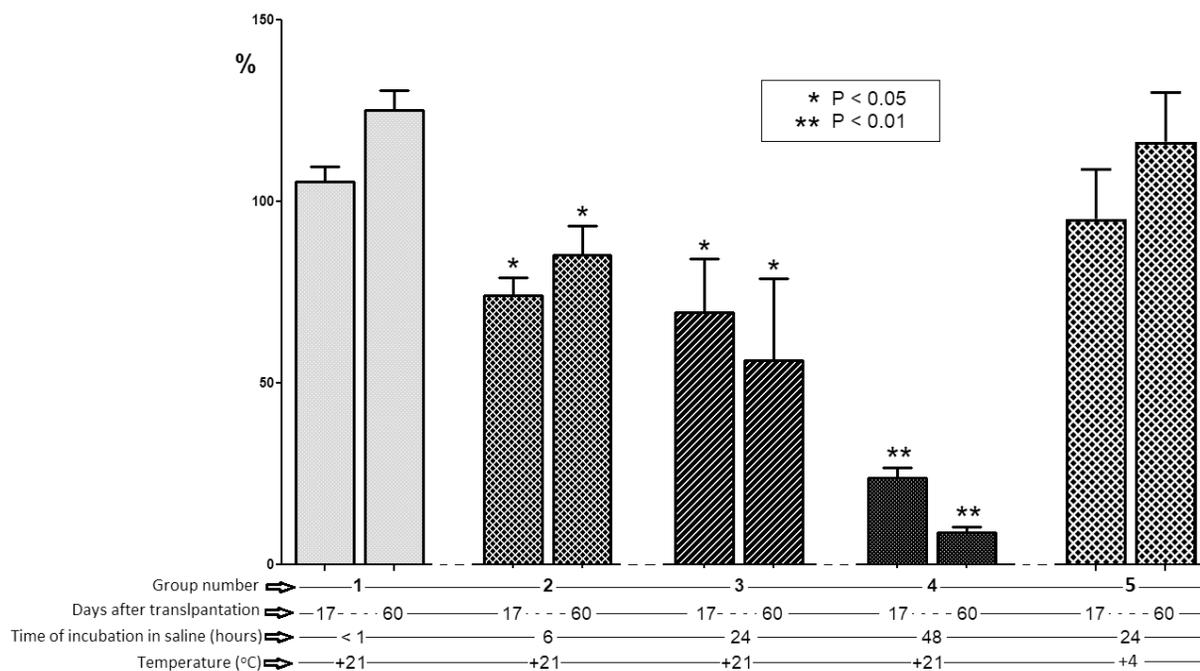


Figure 2. — Sw in animals of all experimental groups at 17 and 60 days after T

Thus, under the conditions of this model, the viability of SAG is almost completely preserved at room temperature (+21 °C) for up to 6 hours, and at a temperature of +4 °C –24 or more hours.

In all cases where SAG inhibited wound contraction, the presence of viable SAG was proven as a result of histological examination.

In laboratory practice, *in vivo* (laboratory animals) and *in vitro* (cell cultures) models are most widely used to assess the influence of environmental factors on living objects. The proposed model expands the possibilities for scientific research, it has an intermediate type, in a certain way resembling organ culture *in vitro*. Our study showed the sensitivity of the model to the temperature factor and the incubation time of SAG.

Due to the conducted testing, it can be recommended for evaluating the effect of a wide range of factors (toxins, antitoxins, radiation factors, radioprotectors, free radicals, a wide range of radio waves, microwave radiation, antioxidants, etc.) on the viability of SAG.

Funding: The Belarusian Republican Foundation for Fundamental Research (Grant № M19M-145).

## References

1. Current insights into skin banking: storage, preservation and clinical importance of skin allografts / L. Tognetti [et al.] // J. Biorepos. Sci. Appl. Med. — 2017. — № 5. — P. 1–16.
2. Billingham, R.E. The freezing, drying, and storage of mammalian skin / R.F. Billingham, P.B. Medawar // J. Exp. Biol. — 1952. — Vol. 29, № 3. — P. 454–468.
3. Billingham, R.E. The technique of free skin grafting in mammals / R.F. Billingham, P.B. Medawar // J. Exp. Biol. — 1951. — Vol. 28, № 3. — P. 385–405.
4. Polysaccharides of mushroom *Phallus impudicus* mycelium: immunomodulating and wound healing properties / V. Buko [et al.] // Modern Food Sci. Technol. — 2019. — Vol. 35, № 9. — P. 30–37.
5. Wound healing properties [Text] / V. Buko [et al.] // Modern Food Sci. Technol. — 2019. — Vol. 35, № 9. — P. 30–37.

# ИССЛЕДОВАНИЕ ОБЩЕТОКСИЧЕСКОГО И МЕСТНОГО ДЕЙСТВИЯ ПОСЛЕ ИМПЛАНТАЦИИ МАТЕРИАЛОВ, ПРИМЕНЯЕМЫХ ДЛЯ ПРОИЗВОДСТВА ВНУТРИМАТОЧНЫХ СПИРАЛЕЙ

*Анисович М. В., m\_anisovich@mail.ru,  
Петрова С. Ю., к. м. н., petrova524a@mail.ru,  
Ильюкова И. И., к. м. н., toxlab@mail.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Прогресс в области разработки и применения изделий медицинского назначения, а также внедрение новых материалов в практическое здравоохранение требуют пересмотра и внедрения новых методов оценки их гигиенической безопасности. Особенно остро этот вопрос касается имплантируемых изделий. В последнем случае возникает много вопросов к применяемым методам определения безопасности изделий, они часто изготовлены из новых или модифицированных материалов и на протяжении длительного времени контактируют с внутренней средой организма.

Цель работы — провести исследования местного действия после имплантации и общетоксического действия материалов, применяемых для производства внутриматочных спиралей.

Для исследований были отобраны референтные образцы внутриматочных противозачаточных средств: образец 1 — полиэтилен высокого давления 15803–020 по ГОСТ 16337–77, ОАО «Нафтан», РБ; образец 2 — медная проволока из меди марки М 00 по ГОСТ 859–2001, Институт технической акустики НАН РБ; образец 3 — полиэтиленовая мононить Monofil 0,24 dTEX 431, Sanquets, S.A., Испания; образец 4 — серебро марки Sp 999,9 по ГОСТ 6836–2002, Институт технической акустики НАН РБ. В качестве отрицательного контроля использован стержень из силиконовой резиновой смеси Евросил А40 Р 52, ООО «Евро Кемикалс СПб», РФ. Все образцы имели цилиндрическую форму диаметром  $0,35 \text{ мм} \pm 0,1 \text{ мм}$  и длиной  $2 \text{ мм} \pm 0,5 \text{ мм}$ , перед исследованием подвергались газовой стерилизации оксидом этилена.

Местное действие оценивали согласно рекомендациям ГОСТ ИСО 10993–6–2011 [1], сравнивая реакцию ткани, вызванную исследуемым материалом, с аналогичной реакцией для контрольных образцов из материалов, используемых в медицинских изделиях, биологическая безопасность и возможность клинического применения которых ранее установлена. В рамках имплантационного теста также изучали системное токсическое воздействие на организм согласно ГОСТ ИСО 10993–11–2011 [2].

Исследования выполнены на белых рандомбредных крысах-самках, ранее не подвергавшихся опытным испытаниям. Проведение эксперимента на самках обусловлено областью применения исследуемых медицинских изделий. Возраст крыс 2,0–2,5 месяца, масса животных 160,0–200,0 г. Опытные и контрольная группы включали по 10 животных.

Манипуляции проводились с соблюдением принципов, изложенных в ГОСТ ИСО 10993–2–2009 [3].

После удаления волосяного покрова в области операции стрижкой и обработки участка операционного поля антисептическим раствором экспериментальные образцы ( $2,0 \times 0,35 \text{ мм}$ ) помещались подкожно в область средней линии спины без дополнительной фиксации для исключения влияния шовного материала на раневой процесс. В подкожный карман помещали по одному имплантату. Имплантацию образцов выполняли под общей анестезией (наркозизация диэтиловым эфиром).

Длительность имплантации образца, исходя из времени достижения устойчивой фазы биологической реакции, составила 4 недели. После операции проводили непрерывное наблюдение за животными в течение 6 часов. Дальнейшее наблюдение за животными проводили на протяжении 28 дней и регистрировали данные о любых патологических признаках, включая местные и системные реакции, отклонения в поведении животных, их потенциальное влияние на результаты исследований. Путем ежедневных наблюдений за животными изучали общее состояние и поведение, спонтанную двигательную активность, количество и консистенцию болюсов, частоту мочеиспусканий, груминговую активность. Регистрировали отклонения по наблюдаемым параметрам в общем состоянии и поведении в том случае, если они наблюдались в опытных группах животных по сравнению с контрольной группой.

Животных взвешивали непосредственно перед началом эксперимента и в последующем на 14-е и 28-е сутки. На 28-е сутки эксперимента проводились аутопсия с макроскопической морфологи-

ческой оценкой внутренних органов и места имплантации, исследование показателей венозной крови. Количество эритроцитов, концентрацию гемоглобина, средний объем эритроцитов, гематокрит, количество лейкоцитов, тромбоцитов, лейкоцитарную формулу (лимфоциты, гранулоциты, моноциты) определяли с помощью автоматического гематологического анализатора крови Mythic 18 (Швейцария). Для исследования иммунологических показателей использовали венозную кровь, которую отбирали из хвостовой вены. Для получения сыворотки кровь центрифугировали 10 мин при 3000 об/мин. Сыворотку сливали и использовали для анализа. Концентрацию компонентов комплемента (С3, С4) и иммуноглобулинов А, G, М в сыворотке крови определяли с использованием диагностических наборов P. Z. CORMAY (Польша), на автоматическом биохимическом анализаторе Accent 200 (Польша).

Для проведения гистологических исследований вырезанные участки ткани обрабатывали по принятой стандартной схеме: фиксация, размельчение, приготовление блоков, изготовление срезов и их окраска. Взятый материал сразу фиксировали в 10 % растворе нейтрального формалина с последующей проводкой по восходящим спиртам и заливкой в парафин по стандартной методике. Приготовленные парафиновые срезы окрашивали гематоксилин-эозином. Оценивали следующие параметры биологической реакции: степень фиброза и толщину фиброзной капсулы (в микрометрах) и воспаления; дегенерацию, определяемую изменениями в морфологии ткани; число и распределение клеток, характеризующих воспалительный процесс в срезах ткани, таких как полиморфоядерные нейтрофилы, лимфоциты, плазматические клетки, эозинофилы, макрофаги и многоядерные клетки, в зависимости от расстояния от границы раздела имплантат/ткань; наличие, степень и тип некроза ткани; другие параметры, характеризующие изменения ткани, например, наличие процесса васкуляризации, образование жирового инфильтрата, гранулем и костной ткани.

Статистическую обработку результатов проводили при помощи программного обеспечения Excel (Microsoft, США) и Statistica 10.0. Для описания центральных тенденций и дисперсий использованы: медиана (Me), интерквартильный размах (25 %; 75 % квартили). Значимость различий исследуемых несвязанных выборочных данных определяли при помощи метода непараметрической статистики (U-критерий Манна–Уитни). Изменения считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Установлено, что 28-дневная имплантация исследуемых образцов крысам-самкам не вызывает обнаруживаемых токсических эффектов и гибели животных на протяжении всего эксперимента. В первые часы после имплантации отмечалась незначительная заторможенность животных и снижение потребления корма, что обусловлено стрессом, связанным с операцией. Описанные наблюдения в равной степени характерны для животных контрольной и опытных групп.

Результаты ежедневного мониторинга состояния подопытных крыс на протяжении всего эксперимента (28 дней) показали, что нет изменений в поведении, потери чувствительности, катаlepsии, атаксии, прострации, тремора, конвульсий, алгезии, слюноотделения, повышенной жесткости шерсти, опрятности шерстного покрова, изменений со стороны мышечного тонуса, повреждения и раздражения кожных покровов, изменений со стороны желудочно-кишечного тракта, признаков интоксикации, вегетативных расстройств, респираторных изменений (затруднения дыхания, одышки, остановки дыхания, цианоза, учащенного дыхания, выделения из носа) по сравнению с контрольной группой животных.

Летальных исходов на всем протяжении эксперимента в опытной группе животных не наблюдалось. Динамика нарастания массы тела оставалась в пределах нормы для данного периода времени (наблюдение в течение 28 дней) (таблица 1).

Таблица 1. — Летальность и динамика массы тела крыс в результате имплантационного теста образцов, Me [25 %; 75 % квартили]

Группы сравнения	Масса тела, г ( $n = 10$ )			Прирост массы тела, г		Число погибших животных из 10
	исходная	на 14-е сутки эксперимента	на 28-е сутки эксперимента	за 14 суток	за 28 суток	
Контроль (силикон)	175 [170; 180]	190 [180; 200]	210 [200; 240]	20,0 [10,0; 20,0]	40,0 [30,0; 40,0]	0
Образец 1	185 [160; 195]	198,5 [190; 210]	212,5 [210; 220]	15,0 [10,0; 20,0]	30,0 [25,0; 45,0]	0

Группы сравнения	Масса тела, г (n = 10)			Прирост массы тела, г		Число погибших животных из 10
	исходная	на 14-е сутки эксперимента	на 28-е сутки эксперимента	за 14 суток	за 28 суток	
Образец 2	180 [160; 190]	195,5 [190; 210]	210,5 [210; 220]	17,5 [15,0; 25,0]	33,0 [30,0; 45,0]	0
Образец 3	180 [165; 190]	193,5 [180; 210]	214,5 [210; 220]	15,0 [10,0; 20,0]	35,0 [30,0; 44,0]	0
Образец 4	180 [160; 185]	195,5 [190; 210]	210,0 [200; 220]	18,0 [15,0; 25,0]	32,5 [25,0; 40,0]	0

Установлено отсутствие заметных отклонений общего состояния, поведения и двигательной активности крыс опытных групп по сравнению с контрольными животными. Показатели, отражающие вегетативный статус, — количество и консистенция болюсов, частота мочеиспусканий, груминговая активность — без изменений.

Результаты исследования влияния 28-дневной имплантации образцов на гематологические показатели периферической крови крыс-самок приведены в таблице 2.

Как видно из представленных данных, у крыс контрольной и опытных групп к концу эксперимента исследованные гематологические показатели находились в пределах физиологической нормы для крыс. В ряду основных показателей статистически значимых отличий между группами не выявлено.

Таблица 2. — Гематологические показатели периферической крови крыс-самок после 28-дневной имплантации образцов, Ме [25 %; 75 % квантили]

Показатели, единицы измерения	Экспериментальные группы, образцы				
	контроль (силикон) n = 10	опытные			
		образец 1 n = 10	образец 2 n = 10	образец 3 n = 10	образец 4 n = 10
Эритроциты, 10 <sup>12</sup> /л	8,10 [7,8; 8,33]	8,15 [7,6; 8,6]	8,3 [7,6; 8,7]	8,3 [7,6; 8,7]	8,1 [7,4; 8,6]
Концентрация гемоглобина, г/л	114 [109; 120]	113 [106; 116]	113,5 [107; 123]	113 [108; 116]	113,5 [105; 119]
Гематокрит	0,36 [0,35; 0,38]	0,36 [0,35; 0,37]	0,36 [0,35; 0,38]	0,35 [0,35; 0,38]	0,37 [0,34; 0,38]
Лейкоциты, 10 <sup>9</sup> /л	10,50 [9,7; 11,6]	11,00 [9,7; 12,4]	10,75 [9,7; 12,5]	11,60 [10,4; 12,7]	11,75 [10,8; 12,4]
Лимфоциты, %	62,60 [59,4; 66,8]	64,35 [59,4; 67,4]	61,05 [59,6; 68,5]	63,30 [60,8; 67,2]	62,70 [60,9; 67,8]
Моноциты, %	4,60 [4,3; 4,8]	4,55 [4,2; 4,9]	4,55 [4,2; 4,8]	4,55 [4,1; 4,9]	4,55 [4,2; 4,7]
Гранулоциты, %	32,8 [30,1; 38,2]	34,3 [26,0; 39,8]	31,1 [27,0; 36,8]	32,1 [26,0; 37,3]	32,7 [28,5; 38,1]
Тромбоциты, 10 <sup>9</sup> /л	661 [620; 715]	718,5 [657; 748]	646,5 [584; 715]	640,5 [623; 679]	655,5 [621; 712]

Таким образом, имплантация образцов на протяжении 28 суток не оказывает влияния на гематологические показатели периферической крови.

С целью оценки возможной системной токсичности и влияния на иммунологический статус экспериментальных животных образцов имплантатов изучен ряд параметров неспецифического гуморального иммунитета — содержание компонентов комплемента (С3, С4) и иммуноглобулинов А, G, М в сыворотке крови. Результаты проведенных исследований представлены в таблице 3.

Таблица 3. — Иммунологические показатели сыворотки крови крыс после 28-дневной имплантации образцов, Me [25 %; 75 % квартили]

Показатели, единицы измерения	Экспериментальные группы, образцы				
	контроль (силикон) n = 10	опытные			
		образец 1 n = 10	образец 2 n = 10	образец 3 n = 10	образец 4 n = 10
Компонент комплемента C3, г/л	3,0 [2,8; 3,4]	3,1 [2,9; 3,3]	2,95 [2,7; 3,4]	2,8 [2,4; 3,4]	3,1 [2,8; 3,4]
Компонент комплемента C4, г/л	2,95 [2,8; 3,3]	3,1 [2,9; 3,1]	3,1 [2,8; 3,3]	2,9 [2,7; 3,1]	2,95 [2,4; 3,5]
Иммуноглобулин А, г/л	1,95 [1,8; 2,2]	2,1 [1,8; 2,4]	1,95 [1,9; 2,3]	1,95 [1,8; 2,2]	1,9 [1,8; 2,0]
Иммуноглобулин G, г/л	4,35 [3,6; 4,8]	3,95 [3,8; 4,6]	4,3 [3,7; 5,1]	4,35 [3,6; 4,8]	4,65 [3,7; 5,0]
Иммуноглобулин М, г/л	6,3 [4,7; 10,4]	7,8 [4,9; 9,1]	7,5 [6,2; 10,5]	7,75 [7,5; 10,1]	8,7 [7,2; 9,7]

Установлено, что медианные значения изученных иммунологических показателей в контрольной и опытных группах животных укладываются в пределы физиологической нормы. Статистически значимых отличий ( $p < 0,05$ ) в уровнях содержания компонентов комплемента (C3, C4) и иммуноглобулинов А, G, М между контрольной и опытными группами не выявлено (таблица 3).

При визуальной оценке состояния мягких тканей в проекции имплантации тестируемых материалов определили, что процессы эпителизации раневых поверхностей в области швов протекали без особенностей. Признаков острого воспаления, гематомы и очагов некроза выявлено не было. Швы были сняты в общепринятые сроки (через 7 суток после оперативного вмешательства).

Результаты визуального макроскопического исследования, описанные ниже, характерны для животных контрольной и опытных групп. Таким образом, во время вскрытия животных контрольной и опытных групп макроскопически не выявлено признаков токсического влияния имплантированных образцов. Состояние внутренних органов животных контрольной и опытных групп не имело визуально различимых отличий.

В результате имплантационного теста установлено отсутствие системного токсического действия на организм экспериментальных животных.

Принимая во внимание, что при макроскопических исследованиях не отмечено изменений в опытных группах, гистологическим исследованиям были подвергнуты участок внедрения имплантата вместе с достаточным количеством окружающей его ткани, лимфатические узлы контрольной и опытных групп крыс. На срезе в лимфатических узлах контрольной и опытных групп животных хорошо различимы кортикальная зона, мозговое вещество и паракортикальная зона. Кортикальная зона представлена лимфатическими узелками, диаметр которых колеблется от 0,5 до 1 мм. Строма лимфатических узелков представлена ретикулярной тканью, преимущественно циркулярно расположенными ретикулярными волокнами. В лимфатических узелках опытных и контрольной групп светлые центры не обнаружены. Значимых отличий в строении паракортикальной зоны и мозгового вещества лимфатических узлов опытных групп животных не отмечено по сравнению с контрольной группой животных.

Гистологическая картина в конце эксперимента (через 28 дней) после имплантации образцов 1–4 характеризовалась наличием зрелой соединительнотканной капсулы шириной 100–160 мкм вокруг имплантата, которая характеризовалась превалированием зрелых фибробластов и фиброцитов над другими клеточными элементами (лимфоцитами, макрофагами); преобладанием волокнистых элементов матрикса над клетками; продольным (параллельно поверхности имплантата) расположением коллагеновых волокон; сравнительно небольшим количеством сосудов в капсуле; формированием очень узкого макрофагального барьера на границе капсулы и имплантата с включением небольшого количества гигантских клеток.

Таким образом, исследования показали, что материалы, применяемые отечественными производителями медицинских изделий для изготовления спиралей, — полиэтилен высокого давления

15803–020 по ГОСТ 16337–77, ОАО «Нафтан», РБ; медная проволока марки М 00 по ГОСТ 859–2001, Институт технической акустики НАН РБ, полиэтиленовая мононить Monofil 0,24 dTEX 431, Sanquets, S.A., Испания; серебряная проволока марки Ср 999,9 по ГОСТ 6836–2002, Институт технической акустики НАН РБ — не обладают общетоксическим и местным действием после их имплантации лабораторным животным.

## Литература

1. ГОСТ ISO 10993–6–2011. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 6. Исследования местного действия после имплантации. — Введ. Респ. Беларусь 2015–01–01. — М. : Стандартиформ, 2013. — 23 с.
2. ГОСТ ISO 10993–11–2011. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 11. Исследования общетоксического действия. — Введ. Респ. Беларусь 2016–01–01. — М. : Стандартиформ, 2014. — 27 с.
3. ГОСТ Р ИСО 10993–2–2009. Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий. Часть 2. Требования к обращению с животными. — Введ. 2010–07–01. — М. : Стандартиформ, 2009. — 15 с.

Поступила 16.11.2020

## ОЦЕНКА ОПАСНОСТИ ОТХОДОВ ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ И ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ РАСЧЕТНЫМ МЕТОДОМ

*Борис О. А., [olgaboris88@gmail.com](mailto:olgaboris88@gmail.com),  
Ильюкова И. И., [toxlab@mail.ru](mailto:toxlab@mail.ru),  
Камлюк С. Н., [Shevtsova308@gmail.com](mailto:Shevtsova308@gmail.com)*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Присутствие отходов в окружающей среде оказывает вредное воздействие на почву, растения, водную среду и экосистемы в целом, а также на здоровье человека. Токсичные отходы считаются весомым фактором среды обитания, формирующим риск химического загрязнения воды, почвы и воздуха и, как следствие, обладающим потенциальной токсичностью для живых организмов и человека. Одним из ключевых функциональных элементов обеспечения экологически и экономически эффективного и безопасного обращения с отходами является изучение и превентивная оценка их потенциальных токсических свойств. Для успешной реализации требований национального и международного законодательства, а также потребностей производителей в вопросах эффективного управления отходами необходимо проводить оценку отходов для установления степени опасности и класса опасности опасных отходов.

Страны Евросоюза классифицируют отходы, оценивая опасные свойства компонентного состава, а не путем тестирования образца отходов. Экспериментальные исследования выполняют только в случаях, когда обнаружено преувеличение или недооценивание опасности. Однако в случаях, когда состав отходов неизвестен, экспериментальные исследования — это единственный способ оценить опасность отходов.

Установленный законодательством Республики Беларусь перечень опасных свойств отходов включает среди прочих токсичность и экотоксичность. Опасность отходов по этим свойствам можно установить, используя расчетный или экспериментальный метод. В Республике Беларусь утверждена инструкция по применению [1], согласно которой выполняется расчет для определения класса опасности отходов по таким опасным свойствам, как токсичность и экотоксичность.

Практика показывает, что более широкое применение метода расчетного определения степени опасности отходов и класса опасности опасных отходов значительно сокращает затраты собственника на установление степени и класса опасности отходов для здоровья и окружающей среды, а также повышает обоснованность и адекватность результатов.

Суть расчета заключается в нахождении для каждого  $i$ -го компонента отходов значений первичных показателей (предельно допустимые концентрации и классы опасности, относительные

растворимость и летучесть, среднесмертельная доза и др.), число которых должно быть по возможности достаточно большим (12 и более), и присвоении им соответствующего балла по четырехбалльной системе. Далее, используя арифметические действия с полученными баллами, находят значения относительного параметра компонента отхода ( $X_i$ ) и унифицированного относительного параметра экологической опасности ( $Z_i$ ); в зависимости от значения показателя  $X_i$  рассчитывают величину коэффициента степени экологической опасности ( $W_i$ , мг/кг). Класс опасности компонента отхода ( $K_i$ ) определяют из выражения:

$$K_i = C_i / W_i, \quad (1)$$

где  $C_i$  — концентрация отдельного компонента в отходе, мг/кг [1, 2].

Класс опасности отходов определяется по значению суммы показателей коэффициента степени опасности отдельных компонентов:

$$K = \sum K_i = \sum (C_i / W_i). \quad (2)$$

Опыт практического использования описанной методики позволил выявить ряд особенностей, которые вследствие их неопределенности позволяют относить близкие по составу отходы разных предприятий к разным (более высокому или низкому) классам опасности [2].

Приведем два примера результатов расчета и классифицирования отходов производства. Результаты расчета индекса опасности образца № 1 отходов приведены в таблице 1.

Таблица 1. — Данные расчета индекса опасности компонентов отходов — образец № 1

Компоненты образца отходов	Концентрация ( $C_i$ ), мг/кг	Индекс опасности отдельного компонента отходов, $K_i$
SiO <sub>2</sub>	141 000	0,00
Железо (Fe)	32 200	6,93728
Марганец (Mn)	776	0,654316
Калий (K)	19840,59	0,01984
Магний (Mg)	1408,88	0,001409
Фосфаты (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )	6000	0,006
Сульфат-ион (SO <sub>4</sub> <sup>-</sup> )	1788	–
Хлорид-ион (Cl <sup>-</sup> )	170	–
Нитрат-ион (NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> )	5,1	–
Органическое вещество	95 000	0,095
Медь (Cu)	88,6	0,07706
Цинк (Zn)	395,1	0,085122
Свинец (Pb)	31,57	0,356793
Никель (Ni)	52,37	0,112828
Кадмий (Cd)	0,59	0,008967
Хром (Cr)	198,8	0,247545
Ванадий (V)	27,7	–
Мышьяк (As)	4,43	0,016237
Ртуть (Hg)	0,272	–
Нефтепродукты	12 043	2,594586
Вода (H <sub>2</sub> O)	661 000	0,00
Индекс опасности отходов $K$ (сумма $K_i$ )		11,2129

Индекс опасности отходов образца № 1 находится в пределах 10–10<sup>2</sup>, что позволяет отнести данный отход к малоопасным (4-й класс опасности отходов).

Результаты расчета индекса опасности образца № 2 отходов приведены в таблице 2.

Таблица 2. — Данные расчета индекса опасности компонентов отходов — образец № 2

Компоненты образца отходов	Концентрация ( $C_i$ ), мг/кг	Индекс опасности отдельного компонента отходов, $K_i$
SiO <sub>2</sub>	427 100	0,4271
TiO <sub>2</sub>	17 700	0,0177
Al <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	107 900	0,1079
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	25 300	0,545072
FeO	104 000	0,104
MnO	1700	1,70
MgO	48 300	0,0017
CaO	72 600	0,336979
Na <sub>2</sub> O	23 000	0,023
K <sub>2</sub> O	9400	0,0094
H <sub>2</sub> O	150 700	0,1507
P <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	2200	3,669821
Индекс опасности отходов $K$ (сумма $K_i$ )		7,0934

Индекс опасности отходов образца № 2 менее 10, что позволяет отнести данный отход к неопасным по степени опасности отходов.

На сегодняшний день применение расчетного метода не всегда эффективно в силу ряда причин. Одна из них носит организационно-управленческий характер и заключается в том, что в большинстве случаев собственник отходов не имеет полностью идентифицированного состава отходов, и это делает невозможным применение расчетного метода. Также существует ряд методологических недостатков используемой методики расчета. Необходимо существенно расширить перечень показателей опасности, включив в него все известные на сегодняшний день опасные свойства химических веществ и смесей, которые охватывает согласованная на глобальном уровне система классификации и маркировки химических веществ в актуальной редакции. На сегодня оцениваемые показатели не охватывают свойства, характеризующие отдаленные последствия для живых организмов, такие как канцерогенность, репродуктивная токсичность, хроническая токсичность для водной среды. Существующая методология не учитывает сценарий воздействия и форму химического соединения, что может внести существенные поправки при учете определенных показателей опасности в каждом конкретном случае.

Для повышения эффективности применения расчетного метода необходимы существенная доработка и гармонизация с международными регуляторами методологической базы определения опасных свойств отходов.

В целях оптимизации практического применения расчетного метода необходимо создать и расширить расчетную базу данных для большого количества отходов. При этом включение в расчет дополнительных безразмерных показателей  $K_i$ , характеризующих опасные свойства отходов, будет способствовать повышению правильности и достоверности конечного результата.

Таким образом, в целях оптимизации необходимо разработать:

- объективные методические подходы расчетного определения степени и класса опасности отходов;
- расширенный перечень показателей опасности;
- электронную форму расчета класса опасности;
- перечень наименований отходов производства, образующихся в Республике Беларусь, которые необходимо переклассифицировать с учетом уточненного химического состава;
- перечень химических веществ, обладающих отдаленными последствиями для здоровья человека (мутагенность, канцерогенность, репротоксичность, тератогенность), которые содержатся в отходах производства, образующихся в Республике Беларусь, их физико-химические характеристики, которые необходимо учитывать при оценке сценария воздействия отходов.

Внедрение вышеперечисленных усовершенствований позволит сформировать базу данных, содержащую сведения об отходах, опасных для здоровья и окружающей природной среды, характеристиках химических компонентов отходов, а также расчетные значения коэффициентов.

Использование базы данных, содержащей сведения об опасных для здоровья и окружающей природной среды характеристиках химических компонентов отходов, послужит основой для развития национального потенциала управления риском, связанным с обращением с отходами производства, что будет способствовать обеспечению химической безопасности здоровья населения и защиты окружающей природной среды.

## Литература

1. Метод расчетного определения класса опасности отходов производства : инструкция по применению № 043–1215 : утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 07.04.2016. — Минск, 2015. — 23 с.
2. Григорьев, Л.Н. Совершенствование расчетного метода определения класса опасности отходов / Л.Н. Григорьев, О.А. Шанова // Безопасность в техносфере. — 2013. — № 2. — С. 3–9.

Поступила 13.11.2020

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ БИСФЕНОЛОВ А И S В УСЛОВИЯХ ОДНОКРАТНОГО ВНУТРИЖЕЛУДОЧНОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

*Васильева М.М., vasm11@gmail.com*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Одними из самых распространенных химических веществ, нарушающих функцию эндокринной системы, являются бисфенолы — группа химических соединений с двумя гидроксильными группами. В сравнении с бисфенолом А использование других бисфенолов невелико. В настоящее время бисфенол А является веществом в группе бисфенолов, которое производится и применяется в самых больших объемах, используется в производстве поликарбонатных пластиков. Такие пластики входят в состав бутылочек для кормления младенцев, бутылок для напитков, контейнеров для упаковки пищевых продуктов, зубных пломб, очковых линз. Известно, что бисфенол А оказывает токсическое действие на репродуктивную систему, поскольку он обладает эстрогенными свойствами. Наряду с этим бисфенол А влияет на функционирование эндокринной и нервной систем, вызывает поведенческие нарушения, сердечные и печеночные аномалии [1, 2].

Бисфенол А очень трудно заменить чем-либо с сохранением всех потребительских свойств продукта, поэтому производители часто заменяют бисфенол А бисфенолом S, хотя данная альтернатива может быть столь же вредной для эндокринной системы. Бисфенол S не так хорошо изучен, как бисфенол А, но некоторые исследования показывают, что ему также свойственно влияние на эндокринную систему и что он может являться еще более сильным агонистом эстрогеновых рецепторов [2–4].

Цель работы — в экспериментах на животных изучить острую внутрижелудочную токсичность бисфенола А и S.

В экспериментальной работе использовали бисфенол А, представляющий собой белые гранулы, практически нерастворимые в воде, номер CAS 08–05–7, молекулярный вес 228,29 г/моль; бисфенол S, представляющий собой белый порошок, практически нерастворимый в воде, номер CAS 08–09–1, молекулярный вес 250,27 г/моль.

Эксперименты выполнены на рандомбредных белых крысах (самки и самцы) массой 180–200 г. Обращение с животными соответствовало этическим принципам надлежащей лабораторной практики. Условия содержания, уход за животными соответствовали требованиям Санитарных правил норм 2.1.2.12–18–2006 «Устройство, оборудование и содержание экспериментально-биологических клиник (вивариев).

Согласно литературным данным, информация по острой токсичности изучаемых веществ противоречива [3, 4]. В связи с этим было принято решение на первоначальном этапе провести испытание предельной дозы 5000 мг/кг [5] с целью дальнейшего изучения на более низких дозах в последующих экспериментах и классификации веществ по значению показателя средней смертельной дозы.

Изучение токсических свойств при внутрижелудочном введении бисфенола А и S проведено в остром эксперименте на крысах обоего пола — 10 самцах и 10 самках в опытных и контрольных группах [5]. До введения веществ в исследуемых дозах лабораторных животных ограничивали в пище с вечера, но поили. После введения исследуемых веществ на протяжении всего периода наблюдения животные содержались на стандартном рационе с неограниченным количеством питьевой воды. Острое отравление моделировали при воздействии максимально возможных объемов введения бисфенола А и S с помощью иглы-зонда (интервалы между введениями 1,5 часа) с последующим наблюдением в течение 14 суток с регистрацией гибели подопытных животных, клинических проявлений интоксикации, макроскопических изменений внутренних органов с оценкой их массовых коэффициентов, также учитывали прирост массы тела. Объем вводимых доз не превышал максимально возможного: 2 мл / 100 г массы тела каждого лабораторного животного [5]. Исследуемые вещества вводили в желудок лабораторным животным натошак в виде крахмальной суспензии. Контрольным группам вводили 1 %-й водный раствор крахмала в соответствующем объеме.

Острые системные изменения, вызванные токсичными свойствами изучаемых веществ, у крыс оценивали путем измерения систолического артериального давления (далее — АДс), диастолического артериального давления (далее — АДд) и частоты сердечных сокращений (далее — ЧСС) до начала эксперимента, через 24 часа и через 14 дней после введения с помощью системы неинвазивного измерения кровяного давления грызунов «Систола» и платформы «Флогистон». Декапитация животных проводилась через 24 часа с момента введения изучаемой дозы и через 14 дней после введения.

Результаты исследований обрабатывали общепринятыми методами вариационной статистики. Количественные параметры представлены в виде медианы (Me) и межквартильного размаха [25 %; 75 %]. При оценке различий между результатами опыта и показателями контроля использовали непараметрический U-критерий Манна–Уитни. Критическим уровнем значимости при проверке статистических гипотез был принят  $p \leq 0,05$ .

В первые сутки после дробного внутрижелудочного введения бисфенола А и S самцам и самкам белых крыс в дозе 5000 мг/кг у животных опытных групп наблюдались клинические проявления интоксикации в виде вялости, одышки, нарушения функционирования желудочно-кишечного тракта с жидким стулом. Введение бисфенола А в течение первых 8 часов эксперимента вызвало гибель двух животных в группе самцов крыс.

Через 24 часа после начала эксперимента была проведена аутопсия половины животных в каждой группе. Выявлено, что введение бисфенола А в дозе 5000 мг/кг приводит к статистически значимому увеличению относительного массового коэффициента (далее — ОКМ) печени у самцов. В группах животных, получавших бисфенол А и бисфенол S, макроскопически отмечены дистрофические изменения печени (окраска органов бледная, края долек закруглены, имеются зоны просветления). Для самцов крыс в обеих опытных группах отмечено статистически значимое уменьшение ОКМ селезенки.

Данные измерений ОКМ и прироста массы тела животных представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Морфофункциональные показатели белых крыс после однократного внутрижелудочного воздействия бисфенола А и бисфенола S через 24 часа после введения, Me [25 %; 75 %]

Группа	Изучаемые показатели, единицы измерения (через 24 часа после введения)						
	ОКМ внутренних органов, кг <sup>-3</sup> /кг						прирост массы тела, %
	почки	печень	тимус	селезенка	сердце	надпочечники	
самцы:							
Контроль	0,78 [0,72; 0,82]	4,02 [4,03; 4,17]	0,14 [0,12; 0,15]	0,46 [0,45; 0,70]	0,39 [0,37; 0,39]	0,021 [0,021; 0,024]	1,5 [0,00; 1,67]
Бисфенол А	0,83 [0,78; 0,92]	4,50* [3,91; 5,10]	0,25 [0,17; 0,36]	0,49* [0,45; 0,61]	0,42 [0,38; 0,44]	0,020 [0,018; 0,029]	-1,90 [-3,35; -0,55]
Бисфенол S	0,79 [0,75; 0,81]	4,36 [3,9; 5,10]	0,18 [0,16; 0,20]	0,63* [0,53; 0,69]	0,39 [0,39; 0,39]	0,019 [0,016; 0,020]	-1,11 [-4,26; -0,52]

Группа	Изучаемые показатели, единицы измерения (через 24 часа после введения)						
	ОКМ внутренних органов, кг <sup>3</sup> /кг						прирост массы тела, %
	почки	печень	тимус	селезенка	сердце	надпочечники	
самки:							
Контроль	0,73 [0,66; 0,77]	3,79 [3,78; 3,83]	0,14 [0,12; 0,15]	0,46 [0,45; 0,70]	0,38 [0,36; 0,39]	0,033 [0,033; 0,034]	-7,14 [-9,09; -2,73]
Бисфенол А	0,74 [0,70; 0,75]	4,13 [3,87; 4,17]	0,24 [0,22; 0,25]	0,56 [0,45; 0,58]	0,40 [0,39; 0,41]	0,026 [0,026; 0,032]	-5,00 [-6,32; -3,00]
Бисфенол S	0,81 [0,75; 0,94]	4,54 [4,43; 5,00]	0,19 [0,18; 0,20]	0,62 [0,61; 0,70]	0,35 [0,32; 0,39]	0,037 [0,036; 0,037]	-2,45 [-10,81; 0,00]
* p < 0,05.							

Анализ ОКМ органов через 14 суток после начала эксперимента показал, что в опытной группе самцов крыс введение бисфенола А привело к статистически значимому увеличению ОКМ печени, тимуса и селезенки по сравнению с группой контроля (таблица 2).

Таблица 2. — Морфофункциональные показатели белых крыс после однократного внутрижелудочного воздействия бисфенола А и бисфенола S через 14 дней после введения, Ме [25 %; 75 %]

Группа	Изучаемые показатели, единицы измерения (через 14 суток после введения)						
	ОКМ внутренних органов, кг <sup>3</sup> /кг						прирост массы тела, %
	почки	печень	тимус	селезенка	сердце	надпочечники	
самцы:							
Контроль	0,78 [0,76; 0,80]	3,91 [3,90; 3,95]	0,21 [0,20; 0,22]	0,59 [0,57; 0,61]	0,41 [0,40; 0,41]	0,013 [0,008; 0,015]	16,67 [10,81; 21,62]
Бисфенол А	0,77 [0,72; 0,80]	4,57* [4,32; 4,96]	0,27* [0,24; 0,32]	0,78* [0,72; 0,84]	0,38 [0,37; 0,42]	0,012 [0,006; 0,015]	20,02 [16,91; 27,03]
Бисфенол S	0,79 [0,78; 0,82]	4,19 [4,06; 4,31]	0,18 [0,16; 0,19]	0,57 [0,55; 0,70]	0,42 [0,41; 0,45]	0,012 [0,011; 0,013]	11,11 [10,81; 20,0]
самки:							
Контроль	0,75 [0,71; 0,76]	3,55 [3,23; 3,79]	0,19 [0,17; 0,22]	0,56 [0,51; 0,63]	0,39 [0,38; 0,40]	0,012 [0,012; 0,013]	2,38 [0,00; 5,26]
Бисфенол А	0,75 [0,75; 0,76]	3,78 [3,44; 3,79]	0,22 [0,18; 0,23]	0,48 [0,43; 0,49]	0,38 [0,35; 0,43]	0,017 [0,017; 0,018]	5,00 [2,56; 7,32]
Бисфенол S	0,76 [0,75; 0,77]	4,17 [4,07; 4,19]	0,24 [0,23; 0,26]	0,54 [0,52; 0,57]	0,37 [0,36; 0,43]	0,023 [0,018; 0,023]	5,56 [4,77; 8,57]
* p < 0,05.							

Согласно литературным данным, химические вещества группы бисфенолов могут вызывать развитие гипотензии у лабораторных животных даже при однократном поступлении в организм [1]. Результаты измерений значений артериального давления показали, что поступление бисфенола А в организм может приводить к развитию артериальной гипотензии как у самок, так и у самцов крыс — АДс и АДд опытных животных на 14-е сутки после введения вещества статистически значимо уменьшается по сравнению с показателями контрольной группы животных. В то же время для бисфенола S подобных эффектов не обнаружено — исследуемые показатели статистически значимо не изменялись по сравнению с контролем (таблица 3).

Таблица 3. — Результаты измерения артериального давления (АДс, АДд), ЧСС у крыс после введения бисфенола А и бисфенола S в остром эксперименте, Me [25 %; 75 %]

Группа	Исходные значения			Через 24 часа после введения			Через 14 суток после введения		
	АДс (мм рт. ст.)	АДд (мм рт. ст.)	ЧСС	АДс (мм рт. ст.)	АДд (мм рт. ст.)	ЧСС	АДс (мм рт. ст.)	АДд (мм рт. ст.)	ЧСС
самцы:									
Контроль	101 [98,0; 115,0]	64,0 [60,0; 80,0]	437,5 [387,0; 459,0]	96,0 [91,0; 102,0]	59,0 [55,0; 67,0]	505,0 [500,0; 525,0]	103 [100,0; 112,0]	67,0 [60,0; 77,0]	395,0 [360,0; 395,0]
Бисфенол А	112,0 [102,0; 130,0]	65,0 [55,0; 86,0]	435,0 [421,0; 462,0]	101 [100,0; 131,0]	57,0 [54,0; 90,0]	502,0 [502,0; 506,0]	81,5* [75,0; 90,0]	51,0* [48,50; 59,0]	384 [358,0; 387,5]
Бисфенол S	116,5 [111,0; 126,0]	78,5 [70,0; 80,0]	446,0 [438,0; 470,0]	102,0 [98,0; 114,0]	78,0 [55,0; 97,0]	500,0 [495,0; 501,0]	62,0 [62,0; 69,0]	108,0 [89,0; 111,0]	354,0 [346,0; 385,0]
самки:									
Контроль	100,5 [98,0; 102,0]	68,5 [60,0; 70,0]	447,5 [420,0; 461,0]	101,0 [98,0; 104,0]	68,0 [60,0; 70,0]	497,0 [496,0; 535,00]	91,0 [91,0; 100,0]	67,0 [58,0; 70,0]	372,0 [370,0; 391,0]
Бисфенол А	115,0 [111,0; 125,0]	80,5 [69,0; 87,0]	468,0 [419,0; 486,0]	110,0 [104,0; 112,0]	70,0 [61,0; 71,0]	490,0 [480,0; 512,0]	96,0* [81,0; 96,0]	49,0* [48,0; 50,0]	351,0 [347,0; 385,0]
Бисфенол S	110,0 [100,0; 119,0]	71,5 [60,0; 85,0]	469,0 [454,0; 501,0]	91,0 [77,0; 98,0]	55,5 [50,0; 59,0]	521,0 [516,0; 522,0]	53,0 [52,0; 55,0]	80,0 [74,0; 93,0]	378,0 [359,0; 388,0]
* p < 0,05.									

Таким образом, результаты изучения острой внутрижелудочной токсичности бисфенолов А и S показали, что самцы более чувствительны к воздействию бисфенола А, чем бисфенола S, так как макроскопические изменения в органах выявлены и на 14-й день при введении бисфенола А, в то время как после острого воздействия бисфенола S подобные изменения в органах наблюдаются только на первые сутки. Кроме того, в опытной группе самцов, которым вводили бисфенол А, установлена гибель животных.

Экспериментально установлено, что бисфенол А обладает гипотензивным свойством, в то же время для бисфенола S подобного эффекта не обнаружено.

Полученные экспериментальные данные представляют научный интерес, однако установленные нами токсические эффекты в дальнейшем целесообразно рассмотреть при расширенном дизайне токсикологических исследований в связи со значительной актуальностью проблемы безопасного применения химических веществ группы бисфенолов.

## Литература

1. Acute toxicity of Bisphenol A in rats / J. Pant [et al.] // J. Experiment. Biology. — 2012. — Vol. 50. — P. 425–429.
2. EDC-2: The Endocrine Society's Second Scientific Statement on Endocrine-Disrupting Chemicals / A. C. Gore [et al.] // Endocrine Reviews. — 2015. — Vol. 36, iss. 6. — E 1–E 150.
3. АРИПС «Опасные вещества» Информация о веществе 2,2-Бис (4-гидроксифенил) пропан [Electronic resource]. — Режим доступа: <http://www.rpohv.ru/online/detail.html?id=221>. — Дата доступа: 11.11.2020.
4. 4,4'-Sulfonyldiphenol. PubChem Compound Summary for CID 6626 [Electronic resource] // National Center for Biotechnology Information (2020). — Mode of access: [https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4\\_4'\\_Sulfonyldiphenol](https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/4_4'_Sulfonyldiphenol). — Date of access: 11.11.2020.
5. Acute Oral Toxicity OECDTest [Electronic resource] = Острая внутрижелудочная токсичность : Test 420 : adopted 08.02.2002 // Guidelines for the Testing of Chemicals / OECD. — Mode of access:

## **АЛЬТЕРНАТИВНЫЙ МЕТОД ОПРЕДЕЛЕНИЯ ТОКСИЧНОСТИ ПАРФЮМЕРНО-КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ МЕТОДОМ *IN VITRO* НА КРАТКОВРЕМЕННОЙ СУСПЕНЗИОННОЙ КУЛЬТУРЕ КЛЕТОК КРУПНОГО РОГАТОГО СКОТА (ОБЗОР ЛИТЕРАТУРЫ)**

Головащенко А.В., [anita66medved@gmail.com](mailto:anita66medved@gmail.com),

Калашиников А.А., д.м.н., профессор,

Харченко Т.Ф., к.м.н.,

Корниец Е.И.

Государственное предприятие «Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности имени академика Л.И. Медведя Министерства здравоохранения Украины», г. Киев, Украина

За рубежом основной мотив использования альтернативных методов в токсикологии — этический. За ним стоят влиятельные общественные организации и силы. Токсиколого-гигиеническая значимость альтернативного метода определяется избранным тест-объектом и его тест-функцией. Следует отметить, что подвижные клетки крупного рогатого скота (далее — КРС) являются адекватным тест-объектом для разработки альтернативных методов. Доказательством того, что тест-объект подходит к токсикологическим исследованиям, является наличие высокой корреляции результатов исследований с использованием альтернативных методов с результатами исследований на лабораторных животных классическими токсикологическими методами [1].

Токсичность исследуемой вытяжки оценивается изменением тест-функций (в опыте и контроле), что позволяет сделать прогноз действия вытяжки на культуру клеток млекопитающих и в целом на организм. Если вытяжки принадлежат к конкретной группе изделий (например, шампуни), то следует определить минимальное разведение (или нормативное), при котором вытяжка может быть признана или токсичной, или нетоксичной. Высокая технологичность альтернативного метода и низкая стоимость одного исследования определяет необходимые условия широкого распространения метода с кратковременной суспензионной культурой клеток.

Экспресс-метод оценки токсичности вытяжек из парфюмерно-косметической продукции (далее — ПКП) основан на анализе зависимости показателей подвижности сперматозоидов КРС от времени. Исследования косметической продукции на цитотоксическое действие проводится в соответствии с ДСТУ EN ISO 10993–5:2015 «Исследования на цитотоксичность». Основными документами, регулирующими оборот косметической продукции, в настоящее время в Украине являются ДСанПин 2.2.9.027–99 «Санитарные правила и нормы безопасности продукции парфюмерно-косметической промышленности. Государственные санитарные правила и нормы», ДСТУ 2472–94 «Продукция парфюмерно-косметическая. Термины и определения», ДСТУ 4186: 2003 «Средства гигиены полости рта жидкие», ДСТУ 4315: 2004, «Средства косметические для очищения кожи и волос», ДСТУ 4093–2002 «Лосьоны и тоники косметические, а также межгосударственные стандарты, устанавливающие требования к косметической продукции согласно Регламенту № 1223/2009 Европейского парламента и Совета Евросоюза «О безопасности косметической продукции».

Альтернативные методы на основе оценки токсичности с использованием кратковременной суспензионной культуры клеток сперматозоидов быка уже разработаны для следующих парфюмерно-косметических изделий: шампуней для волос и тела, жидкого туалетного мыла, пены для ванн, геля для душа, дезодорантов в аэрозольной упаковке; туалетной и парфюмированной воды, духов, одеколонов, спиртосодержащих лосьонов (Методические рекомендации № 29 ФЦ / 394 от 29.01.2002). Разработанный экспресс-метод оценки общетоксического и кожно-раздражающего действия ПКП *in vitro* позволяет проводить токсикологические исследования без животных, используя в качестве тест-объектов клетки млекопитающих. Следует отметить, что токсикологический прогноз указанного альтернативного метода по результатам исследований близок к значимости токсикологического

прогноза, полученного в эксперименте с использованием лабораторных животных. Если по результатам исследований альтернативным методом индекс токсичности находится в интервале от 70 до 120 %, то, по утверждению авторов публикации [2], исследованная партия изделий не вызывает общетоксического или кожно-раздражающего действия и соответствует гигиеническим требованиям безопасности. Оценка результатов осуществляется путем сравнения полученного значения индекса токсичности для опытного образца с допустимым интервалом величин индекса токсичности (70–120 %). Определение суммарной двигательной активности сперматозоидов проводится в изотонических фильтратах (в соответствии с требованиями Методических рекомендаций № 29 ФЦ / 394 от 29.01.2002).

По результатам исследований международной программы МИЕС были проведены исследования по отбору биологических моделей. Выбор исследователей остановился на подвижных клетках КРС, которые очень чувствительны к действию токсичных веществ и которые эволюционно приспособлены к существованию вне организма. Интегральным показателем их физиологического, биохимического и морфологического статуса является подвижность. Для создания альтернативных методов на основе оценки цитотоксичности разработчики используют кратковременную суспензионную культуру клеток млекопитающих — сперматозоиды КРС [3].

Следует отметить, что для данного альтернативного метода используется доступный, дешевый, стандартный биологический материал. Для разработки алгоритма, который свидетельствовал бы о токсическом действии вытяжки и мог быть прогнозом относительно действия вытяжки на целостный организм, в эксперименте исследователи анализировали одновременно две группы данных и рассчитывали математическую зависимость, по которой корреляция между этими группами была бы максимальной. Оценка токсичности парфюмерно-косметической продукции *in vitro* свидетельствует, что создание альтернативных методов базируется на основе использования кратковременной суспензионной культуры клеток млекопитающих.

В 2010 г. Европейский союз актуализировал Директиву 2010/63/EU для защиты животных, используемых в научных целях. Целью данной директивы было усилить законодательно и улучшить благополучие животных, используемых для опытов и тестирования безопасности фармакологической, косметической и другой продукции, а также введение в законодательство ЕС принципов 3Rs (REDUCE, REFINE, REPLACE, что означает «уменьшать, совершенствовать, менять»). Директива 2010/63/EU начала работать с 1 января 2013 г. Тестирование косметических средств на животных в Евросоюзе запрещено с 2004 г., а в 2009-м также и их ингредиентов (во исполнение требований Регламента (ЕС) № 1223/2009). Движение ученых направлено в сторону замены экспериментальных исследований на альтернативные методы, что будет способствовать появлению новых нормативных актов и идеологической основы для них. В 1959 г. был создан ECVAM — Европейский центр по валидации методов тестирования. Статья 7 с Директивой 2010/63/EU категорически запрещает использование для тестирования лабораторных животных, если существует другой научно обоснованный и одобренный метод, который обеспечивает тот же уровень информации, что и эксперимент с использованием животных [4]. Полный законодательный запрет тестирования косметических ингредиентов на животных может привести к тому, что средства, которые прошли тестирование на животных, могут быть вне закона. А производители вынуждены будут удалить из изделия незаконный компонент или заменить его [5]. Указанный запрет может также привести к ограничению инновационных продуктов (таких как продукты с УФ-фильтрами или противокариесные пасты).

Международной коалицией защиты животных был принят международный стандарт, который определяет основные критерии использования знака *Not tested on animals*.

Недостатком альтернативных методов является то, что культуры тканей или клеточных линий кожи человека не всегда могут заменить целостный организм. Во время работы с небольшим кусочком кожи невозможно предсказать, какими будут системные реакции.

Известно, что кожа человека состоит из многих типов клеток и клеточных структур. Реакции клетки в целостном организме и в культуре не идентичны. Это предварительная оценка, по которой можно сделать положительные прогнозы о том, что изначальная безопасность для организма отсутствует. Следует отметить, что биоэтическая экспертиза научных проектов, в которых предполагается использование животных, еще не стала в нашей стране обязательным требованием. Это обусловлено в определенной степени тем, что в Украине отсутствуют законодательные акты, которые защищали бы лабораторных животных. В настоящее время комитет и комиссия по биоэтике при президиуме НАН АМН Украины осуществляют меры, призванные обеспечить регламентацию опытов на животных в соответствии с принципами биоэтики. Кроме того, нужны

консенсус между государственными регулирующими органами и научными учреждениями относительно надлежащих процедур, а также контроль за соответствием протоколов установленным стандартам.

Эта работа имеет цель подготовить и ускорить принятие законодательных актов, поскольку Украина не может оставаться в стороне от мирового биоэтического движения, а использованный опыт будет способствовать разработке и принятию актуальных нормативных документов.

## Литература

1. Федосеева, Т.А. Оценка токсичности синтетических и моющих средств методом In Vitro на кратковременной суспензионной культуре — сперме быка / Т.А. Федосеева, Т.А. Меньшикова // Токсикологический вестник. — 2004. — № 6. — С. 17–19.
2. Еськов, А.П. Токсикологические испытания. Альтернативные методы / А.П. Еськов, Р.И. Каюмов, А.Е. Соколов // Токсикологический вестник. — 2003. — № 5. — С. 25.
3. Оценка местно-раздражающего действия медизделий In Vitro на кратковременной суспензионной культуре подвижных клеток — сперме быка / В.Г. Лаппо [и др.] // 2-й съезд токсикологов России : тез. докл., 12–13 нояб. 2003 г. / под общ. ред. Г.Г. Онищенко, Б.А. Курляндского. — М., 2003. — С. 469.
4. Токсикологическая оценка индивидуальных химических соединений и смесей сложного состава с использованием подвижного клеточного тест-объекта / Р.И. Каюмов [и др.] // Бюллетень экспериментальной биологии и медицины. — 1988. — № 1. — С. 48–50.
5. Альтернативні методи і тест-системи. Лікарська токсикологія : монографія / І.М. Трахтенберг [і інш]. — Київ : Авіцена, 2008. — С. 272.

Поступила 01.12.2020

## ПАРАМЕТРЫ ТОКСИЧНОСТИ ЭКСТРАКТОВ ЧАБРЕЦА И ДУШИЦЫ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ТЕСТ-ОБЪЕКТА *TETRAHYMENA PYRIFORMIS*

Журихина Л.Н., к. б. н., lzurichina25@gmail.com,  
Осипова Т.С., osits80@gmail.com,  
Бондарук А.М., к. м. н., bam-1962@tut.by,  
Цыганков В.Г., к. м. н., доцент, vgz@tut.by,  
Свинтилова Т.Н., tut105@tut.by

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Одной из задач современной медицины является профилактика и коррекция вредного воздействия агрессивных факторов окружающей среды на здоровье человека. Эта проблема находится в тесной связи с расширением применения химических средств в различных сферах деятельности человека, а также с поступлением в окружающую среду отходов промышленного производства и применением химикатов в сельском хозяйстве.

Эти факторы влияют на генетический аппарат, создавая потенциальные риски для здоровья человека и его потомков. Поскольку исключить контакты людей с мутагенными факторами практически невозможно, важное значение приобретает поиск новых веществ, обладающих протекторными, антимутагенными свойствами и низкой токсичностью. Перспективными в этом плане являются препараты на основе растительного сырья. Поэтому исследование возможности расширения области применения известных лекарственных растений, а также поиск новых растений, используемых как источник лекарственного растительного сырья, является актуальной задачей.

В этой связи заслуживают внимания представители семейства губоцветных, или яснотковых (чабрец обыкновенный *Thymus vulgaris*, душица обыкновенная *Origanum vulgare*), в составе которых доминирует группа действующих веществ — фенилпропаноидов различной природы [1]. Они являются уникальным источником для получения мягких и эффективных адаптогенных, антиоксидантных и иммуномодулирующих препаратов.

Первичная токсиколого-гигиеническая оценка экстрактов чабреца и душицы с использованием тест-объекта *Tetrahymena pyriformis* (далее — *T. pyriformis*) проводилась на основе принципов и методов, принятых в общей токсикологии. Эффект токсического действия оценивался по альтернативному состоянию «жизнь — смерть», определялись следующие параметры острой и подострой токсичности: ЛД<sub>16</sub> (доза, вызывающая гибель 16 % особей), ЛД<sub>50</sub> (доза, вызывающая гибель 50 % особей), ЛД<sub>84</sub> (доза, вызывающая гибель 84 % особей), коэффициент кумуляции (далее — Ккум). Ошибку ЛД<sub>50</sub> рассчитывали путем статистической обработки результатов трех исследований с определением средней арифметической каждого вариационного ряда и стандартной ошибки. Ккум определяли как частное между средней смертельной дозой, полученной в подостром эксперименте, и средней смертельной дозой, полученной в остром эксперименте. По результатам оценки средней смертельной дозы и кумулятивных свойств устанавливали класс токсичности исследуемых веществ [2] (таблица 1).

Таблица 1. — Гигиеническая классификация химических веществ по результатам изучения их токсичности на *T. pyriformis*

Показатели токсичности и опасности	Классы по убывающей степени токсичности и опасности				
	1 чрезвычайно опасные	2 высоко опасные	3 умеренно опасные	4 малоопасные	5 неопасные
ЛД <sub>50</sub> , мг/мл	менее 0,1	0,1–1,0	1,1–20	21–50	Более 50
Ккум <sub>ac</sub> , Ккум <sub>chr</sub>	менее 0,1	0,10–0,30	0,31–0,49	0,50–1,0	Более 1,0

Отнесение исследуемого объекта к классу токсичности производили по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу токсичности.

При исследовании токсичности 30 %-го спиртового экстракта чабреца в остром эксперименте в 1 мл питательной среды со 100 000 инфузорий в стационарной фазе роста вносили следующие разведения: 60, 80, 100, 120 мг. Время экспозиции проб с простейшими при определении острой токсичности составило 2–4 часа. Через 4 часа инкубации в концентрации спиртового экстракта чабреца 60 мг/мл отмечалось снижение численности популяции на 16 %, в концентрации 80 мг/мл — на 23 %, в концентрации 100 мг/мл — на 37 % по сравнению с контрольным уровнем. У инфузорий в концентрации 100 мг/мл изменяется характер движения: становится вращательным, сами инфузории округляются. Концентрация спиртового экстракта чабреца 120 мг/мл вызвала 100 %-ю гибель инфузорий.

Исследование токсичности спиртового экстракта чабреца в подостром эксперименте проводилось в стационарной фазе роста в следующих концентрациях: 40, 60, 80, 100, 120 мг/мл. Время экспозиции проб с простейшими при определении подострой токсичности составило 24 часа. В концентрации спиртового экстракта чабреца 40 мг/мл отмечалось снижение численности популяции на 21 %, в концентрации 60 мг/мл — на 32 %, в концентрации 80 мг/мл — на 74 % по сравнению с контрольным уровнем. Концентрация спиртового экстракта чабреца 100 мг/мл вызвала 100 %-ю гибель инфузорий.

При исследовании токсичности спиртового экстракта (30 %) душицы в остром эксперименте в 1 мл питательной среды со 100 000 инфузорий в стационарной фазе роста вносили следующие разведения: 100, 120, 140, 160 мг. Время экспозиции проб с простейшими при определении острой токсичности составило 2–4 часа.

Через 4 часа инкубации в концентрации спиртового экстракта душицы 100–120 мг/мл наблюдалось снижение численности популяции на 13–18 % по сравнению с контрольным уровнем. Концентрация 140 мг/мл спиртового экстракта душицы характеризуется наличием «вздрагивающих обездвиженных» инфузорий. В пробах, содержащих спиртовой экстракт душицы в концентрации 140 мг/мл, летальность простейших составила 49 %. Концентрация спиртового экстракта душицы 160 мг/мл вызвала 100 %-ю гибель инфузорий.

Исследование токсичности спиртового экстракта душицы в подостром эксперименте проводилось в стационарной фазе роста в следующих концентрациях: 60, 80, 100, 120, 140 мг/мл. Время экспозиции проб с простейшими при определении подострой токсичности составило 24 часа. В концентрации спиртового экстракта душицы 60 мг/мл отмечалось снижение численности популяции на 40 %, в концентрации 80 мг/мл — на 44 %, в концентрации 100 мг/мл — на 73 %, в концентрации 120 мг/мл — на 81 %, в концентрации 140 мг/мл — на 97 % по сравнению с контрольным уровнем.

Методом пробит-анализа летальности инфузорий в остром и подостром экспериментах рассчитаны параметры острой и подострой токсичности спиртовых экстрактов чабреца и душицы (таблица 2).

Таблица 2. — Параметры токсичности спиртовых экстрактов по результатам оценки на *T. pyriformis*

Показатель токсичности	Чабрец		Душица	
	величина токсичности	класс опасности	величина токсичности	класс опасности
Острая токсичность				
ЛД <sub>16</sub> , мг/мл	82,34 ± 8,29	–	128,58 ± 9,83	–
ЛД <sub>50</sub> , мг/мл	107,88 ± 5,44	5	147,13 ± 6,77	5
ЛД <sub>84</sub> , мг/мл	133,42 ± 2,60	–	165,42 ± 3,71	–
Подострая токсичность				
ЛД <sub>16</sub> , мг/мл	30,34 ± 4,96	–	24,68 ± 5,90	–
ЛД <sub>50</sub> , мг/мл	62,28 ± 1,97	–	72,26 ± 2,75	–
ЛД <sub>84</sub> , мг/мл	94,22 ± 1,03	–	119,85 ± 0,40	–
Ккум <sub>асута</sub>	0,59 ± 0,05	4	0,5 ± 0,04	4

При исследовании токсичности водных экстрактов чабреца и душицы в остром эксперименте в 1 мл питательной среды со 100 000 инфузорий в стационарной фазе роста вносили следующие дозы: 300, 400, 500, 600 мг. Время экспозиции проб с простейшими при определении острой токсичности составило 2–4 часа.

Через 4 часа инкубации в концентрации водного экстракта чабреца 300 мг/мл численность инфузорий снизилась на 15 %, в концентрации 400 мг/мл — на 25 %, в концентрации 600 мг/мл — на 36 % по сравнению с контрольным уровнем. В концентрации 600 мг/мл меняются форма и движение инфузорий: они становятся округлыми и крутящимися.

Исследование токсичности водного экстракта чабреца в подостром эксперименте проводилось в стационарной фазе роста в следующих концентрациях: 300, 400, 500, 600 мг/мл. Время экспозиции проб с простейшими при определении подострой токсичности составило 24 часа. В концентрации водного экстракта чабреца 300 мг/мл наблюдалось снижение численности популяции простейших на 8 %, в концентрации 400 мг/мл — на 30 %, в концентрации 500 мг/мл — на 70 %, в концентрации 600 мг/мл — на 81 % по сравнению с контрольным уровнем.

Через 4 часа инкубации в питательной среде, содержащей водный экстракт душицы в концентрации 300 мг/мл, наблюдалось снижение численности популяции на 10 % по сравнению с контрольным уровнем, в концентрации 400 мг/мл — 21–40 % и в концентрации 600 мг/мл — 38–47 % соответственно. Для инфузорий в питательных средах, содержащих водный экстракт душицы с концентрациями 400 и 600 мг/мл, характерно замедленное движение.

Исследование токсичности водного экстракта душицы в подостром эксперименте проводилось в стационарной фазе роста в следующих концентрациях: 300, 400, 500, 600 мг/мл. Время экспозиции проб с простейшими при определении подострой токсичности составило 24 часа. В концентрации водного экстракта душицы 300 мг/мл отмечалось снижение численности популяции на 25 %, в концентрации 400 мг/мл — на 54 %, в концентрации 500 мг/мл — на 80 %, в концентрации 600 мг/мл — на 96 % по сравнению с контрольным уровнем.

Методом пробит-анализа летальности инфузорий в остром и подостром экспериментах рассчитаны параметры острой и подострой токсичности водных экстрактов чабреца и душицы (таблица 3).

Таблица 3. — Параметры токсичности водных экстрактов по результатам оценки на *T. pyriformis*

Показатель токсичности	Чабрец		Душица	
	величина токсичности	класс опасности	величина токсичности	класс опасности
Острая токсичность				
ЛД <sub>16</sub> , мг/мл	347,43 ± 21,63	–	317,74 ± 28,90	–
ЛД <sub>50</sub> , мг/мл	568,14 ± 67,46	5	637,10 ± 28,90	5

Показатель токсичности	Чабрец		Душица	
	величина токсичности	класс опасности	величина токсичности	класс опасности
ЛД <sub>84</sub> , мг/мл	788,86 ± 113,29	–	956,45 ± 28,90	–
Подострая токсичность				
ЛД <sub>16</sub> , мг/мл	331,37 ± 3,36	–	295,45 ± 18,32	–
ЛД <sub>50</sub> , мг/мл	449,83 ± 8,25	–	428,04 ± 23,43	–
ЛД <sub>84</sub> , мг/мл	568,30 ± 13,14	–	560,63 ± 28,54	–
Ккум <sub>acuta</sub>	0,82 ± 0,08	4	0,68 ± 0,07	4

При сравнении экстрактов по дозе, вызывающей гибель 50% организмов, прослеживается ее увеличение в следующем порядке: экстракт чабреца < экстракт душицы, причем данная закономерность характерна как для спиртовых, так и для водных экстрактов.

Первичная токсиколого-гигиеническая оценка 30%-х спиртовых и водных экстрактов чабреца и душицы в остром эксперименте на *T. pyriformis* показала, что по среднесмертельной дозе они относятся к 5-му классу токсичности (являются нетоксичными). По значению коэффициента кумуляции, определенного в подостром эксперименте, исследованные спиртовые и водные экстракты относятся к 4-му классу токсичности. Так как отнесение исследуемого объекта к классу токсичности производится по показателю, значение которого соответствует наиболее высокому классу токсичности, то все исследованные экстракты являются малотоксичными (4-й класс токсичности).

## Литература

1. Ткачева, Е.Н. Пряно-ароматические растения семейства Яснотковые как источник полифенолов // Новые и нетрадиционные растения и перспективы их использования. — 2017. — № S13. — С. 115–117.

2. Методы экспресс-оценки безвредности биологически активных добавок к пище, являющихся источниками аминокислот, витаминов и минеральных веществ, на *Tetrahymena pyriformis*: инструкция по применению № 034–1215: утв. Гл. гос. санитар. врачом Респ. Беларусь 07.04.2016 / М-во здравоохранения Респ. Беларусь; авт.-сост.: Л.Н. Журихина, А.М. Бондарук, Т.С. Осипова. — Минск, 2015. — 25 с.

Поступила 13.11.2020

## ИЗУЧЕНИЕ ГЕПАТОПРОТЕКТОРНОГО ДЕЙСТВИЯ МЕКСИДОЛА НА МОДЕЛИ ТОКСИЧЕСКОГО ГЕПАТИТА, ИНДУЦИРУЕМОГО ПАРАЦЕТАМОЛОМ

Зиатдинова М.М., [munira.munirovna@yandex.ru](mailto:munira.munirovna@yandex.ru),

Фазлыева А.С., [nytik-21@yandex.ru](mailto:nytik-21@yandex.ru),

Валова Я.В., [q.juk@yandex.ru](mailto:q.juk@yandex.ru),

Мухаммадиева Г.Ф., [ufniimt@mail.ru](mailto:ufniimt@mail.ru),

Каримов Д.Д., [lich-tsar@mail.ru](mailto:lich-tsar@mail.ru),

Смолянкин Д.А., [smolyankin.denis@yandex.ru](mailto:smolyankin.denis@yandex.ru)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Из-за своей уникальной функции и анатомического расположения печень подвергается воздействию множества токсинов и ксенобиотиков, включая лекарства и алкоголь, что обуславливает гибель клеток печени [1].

Парацетамол является широко используемым нестероидным противовоспалительным препаратом. В терапевтических дозах он считается безопасным, однако передозировка парацетамолом

может привести к развитию токсического поражения печени, прогрессирующего до острой печеночной недостаточности [2].

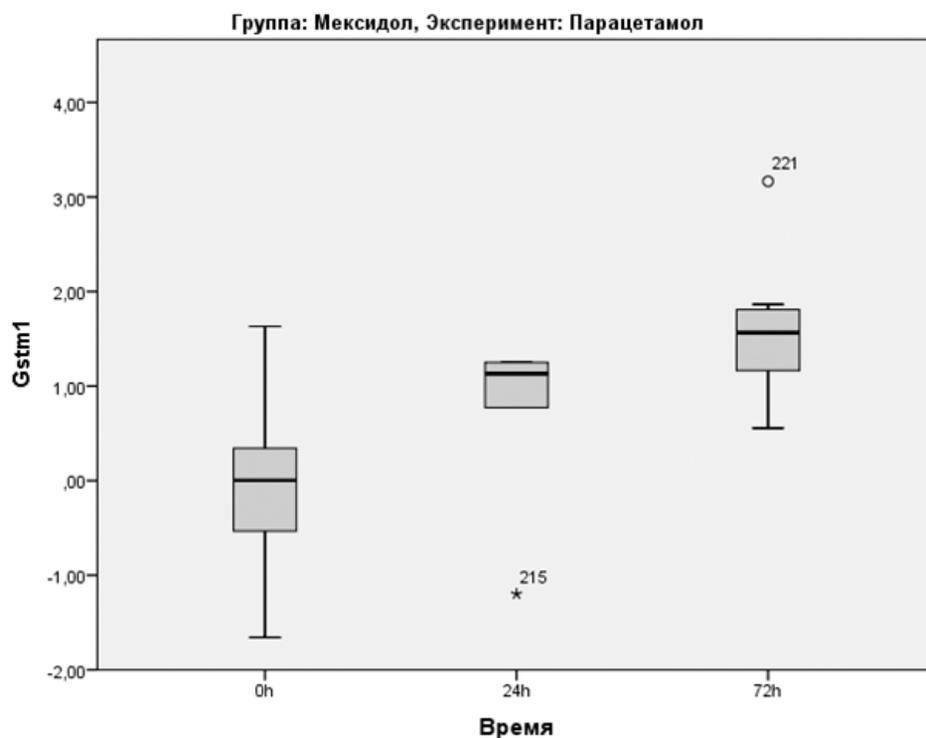
Высокие дозы парацетамола (например, 300 мг/кг у мышей) приводят к гибели гепатоцитов, составляющих приблизительно 40–50% от массы печени. Парацетамол метаболически биоактивируется цитохромом P450 2E1 (CYP2E1) в токсический метаболит N-ацетил-p-бензохинонимин (NAPQI). NAPQI является основной причиной повреждения гепатоцеллюлярных клеток и центрилобулярного некроза печени. Он необратимо связывается с сульфгидрильной группой восстановленного глутатиона (GSH), ингибируя его синтез, подавляет GST и снижает его цитозольную активность. В конечном итоге в результате окислительного стресса и/или связывания NAPQI с белковыми мишенями происходит истощение уровня GSH ниже критических пороговых значений, что приводит к гибели клеток [3].

«Мексидол» (2-этил-6-метил-3-гидроксипиридина сукцинат) — препарат с поликомпонентным, мультитаргетным (multi-targets) механизмом действия. При этом основными его механизмами являются: антиоксидантный и мембранотропный эффекты, способность уменьшать глутаматную эксайтотоксичность, модулировать функционирование рецепторов и мембраносвязанных ферментов, восстанавливать нейромедиаторный баланс, повышать энергетический статус клетки. Через эти механизмы, оказывая влияние на совокупность химических и физических процессов и обеспечивая необходимое сопряжение основных ее элементов (рецепторы, ионные каналы, ферменты и др.), мексидол способен воздействовать на функционирование клеточных структур, связанных с передачей информации и развитием различных патологических состояний [4].

Цель данного исследования заключалась в изучении изменения кратности экспрессии гена *GSTM1* при остром лекарственном поражении печени, вызванном парацетамолом, с предварительным введением «Мексидола», в зависимости от временной экспозиции.

Острое лекарственное поражение печени у белых беспородных крыс мужского пола массой 170–190 г вызывали путем перорального введения суспензии парацетамола в воде с 1%-м крахмалом из расчета 0,1 г/кг массы тела однократно. Предварительно за час до введения парацетамола в качестве лекарственного препарата вводили «Мексидол» в дозе 1 мг/кг подкожно. Печень декапитированных крыс подвергали исследованию спустя 24 и 72 часа после затравки. Животные были разделены на 3 группы по 7 особей в каждой в зависимости от времени экспозиции. Животные 1-й группы подвергались декапитации и вскрытию в течение первого часа после введения парацетамола; особи 2-й группы — по истечении суток и 3-й группы — спустя 72 часа. Содержание животных и проведение эксперимента осуществляли с соблюдением международных принципов Хельсинкской декларации о гуманном отношении к животным. Кусочки печени сразу после декапитации и вскрытия животных замораживали жидким азотом и заливали ExtractRNA (ЗАО «Евроген»). Для определения функционального состояния печени применялись методы экстракции тотальной РНК тризолом, обратная транскрипция и ПЦР-амплификация в режиме реального времени на приборе RotorGene (QIAGEN). Изучение экспрессии гена *GSTM1* в печени крыс при остром лекарственном гепатите проводили методом ПЦР в режиме реального времени с использованием олигонуклеотидных специфичных праймеров фирмы «Евроген», содержащих интеркалирующий краситель SYBR Green. В качестве гена домашнего хозяйства был использован ген *GAPDH*. Генами домашнего хозяйства называют те гены, работа которых (экспрессия) необходима любой клетке для жизни. Предполагается, что эти гены практически одинаково экспрессируются во всех клетках и на протяжении всего жизненного цикла клетки, независимо от ее специфической роли в ткани или организме. Статистическая обработка данных исследования проводилась с использованием прикладных программ Microsoft Excel и Statistica 6.0. Нулевую гипотезу об отсутствии статистически значимых различий между изучаемыми группами определяли с помощью критерия (t) Стьюдента. Проверку распределения выборки на отсутствие различий с гипотетическим нормальным распределением осуществляли с помощью критерия Колмогорова–Смирнова. Различия считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Экспрессия гена *GSTM1* в группе животных, получавших «Мексидол» в качестве лечения, имела склонность к росту уровня транскриптов в зависимости от увеличения времени экспозиции, показав статистически значимые различия между группами ( $0,00 \pm 0,23$ ;  $0,72 \pm 0,39$ ;  $1,61 \pm 0,31$ ;  $F = 8,01$ ;  $p = 0,002$ ) (рисунок 1). Однако стоит отметить, что уровни значимости различий с показателями экспрессии на начальном этапе достигли лишь данные, отмеченные в группе с 72-часовой экспозицией ( $p = 0,002$ ).



**Рисунок 1. — Кратность экспрессии гена *GSTM1* при интоксикации парацетамолом в группе, получавшей лечение «Мексидолом», спустя 24 и 72 часа**

Исходя из полученных результатов мы можем предположить, что использованный препарат в качестве гепатопротектора участвует в защитных действиях против повреждения печени, индуцированного парацетамолом.

Однако исследования в этом направлении требуют дальнейшего изучения для выявления эффективности данного препарата при длительном применении.

### Литература

1. Apoptosis and Necrosis in the Liver / M.E. Guicciardi [et al.] // *Comprehensive Physiol.* — 2013. — Vol. 3, iss. 2. — P. 977–1010 <https://dx.doi.org/10.1002%2Fcp.phy.c120020>.
2. Liver-specific Deletion of Integrin-Linked Kinase in Mice Attenuates Hepatotoxicity and Improves Liver Regeneration after Acetaminophen Overdose / B. Bhushan [et al.] // *Gene Expr.* — 2016. — Vol. 17, iss. 1. — P. 35–45.
3. Second exposure to acetaminophen overdose is associated with liver fibrosis in mice / M. AlWahsh [et al.] // *EXCLI J.* — 2019. — № 18. — P. 51–62.
4. Воронина, Т.А. Мексидол: спектр фармакологических эффектов / Т.А. Воронина // *Журнал неврологии и психиатрии.* — 2012. — № 12. — С. 86–90.

Поступила 02.11.2020

## ОСОБЕННОСТИ ФРАГМЕНТАЦИИ ДНК ЛЕЙКОЦИТОВ В ГРУППАХ ЗДОРОВЬЯ РАБОТНИКОВ НЕФТЕХИМИЧЕСКОГО ПРЕДПРИЯТИЯ

Кудояров Э.Р., *e.kudoyarov@yandex.ru*,  
Каримов Д. О., к. м. н., *karimovdo@gmail.com*,  
Галимова Р.Р., к. м. н., *r.galim03@gmail.com*,  
Байгильдин С.С., *baigildin.sammat@gmail.com*,  
Валова Я.В., *molbio.yanie@gmail.com*,  
Хуснутдинова Н.Ю., *husnutdinova.n76@gmail.com*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Работники основных профессий нефтехимического предприятия, выполняющие обязанности во вредных условиях труда, должны проходить периодический медицинский осмотр согласно требованиям приказа Минздравсоцразвития от 12.04.2011 № 302н. Периодические медосмотры в качестве профилактического мероприятия необходимы для оценки динамики здоровья в процессе трудовой деятельности, выявления ранних нарушений в организме, которые могут вызвать развитие заболеваний, приводящих к негодности работника для решения профессиональных задач, которые связаны с выполнением определенных рабочих операций.

Основной задачей нашего исследования является установление особенностей фрагментации ДНК лейкоцитов в группах работников крупного нефтехимического предприятия, сформированных по состоянию здоровья. Перед началом исследования участники медицинского осмотра индивидуально дали письменное добровольное информированное согласие. Данные, собранные после прохождения работниками периодического медицинского осмотра, были проанализированы, и каждому работнику была присвоена определенная группа здоровья. Группы здоровья сформированы в соответствии с приказом Министерства здравоохранения Российской Федерации от 26 октября 2017 г. № 869н. Научное исследование было выполнено в соответствии с Хельсинкской декларацией Всемирной медицинской ассоциации 2013 г. В базу данных исследования вносили сведения о возрасте и стаже работников.

По результатам проведенного исследования сформированы 3 группы работников по группе здоровья: первая (I, n = 12), вторая (II, n = 41) и третья (III, n = 40). Для анализа фрагментации ДНК лейкоциты были экстрагированы в градиенте фикола из периферической крови. Далее из лейкоцитов были приготовлены на предметных стеклах препараты ДНК «комет» в слое геля из легкоплавкой агарозы. Фотографии ДНК «комет» получены с использованием флуоресцентного микроскопа Zeiss Axio Imager.D2 и проанализированы в программе ImageJ.

Для анализа нормальности распределения исследуемых значений таких количественных показателей, как количество ДНК «комет», доля ДНК «комет» с содержанием ДНК в хвосте более 10 %, возраст и стаж работников, медиана и среднее значение содержания ДНК в хвосте «комет» каждого работника в группе здоровья, применен одновыборочный критерий Колмогорова–Смирнова. При нормальном распределении значений показателей трех групп здоровья для сравнения проведен однофакторный дисперсионный анализ с поправкой Тьюки на множественные сравнения, а при ненормальном распределении рассчитан критерий Н Крускала–Уоллеса. Статистический анализ выборок выполнен в программе SPSS Statistics 21. Для описания значений показателей рассчитаны среднее значение и стандартное отклонение для каждой группы работников с одинаковым номером группы здоровья. Поиск взаимосвязи выполнен с использованием коэффициента корреляции Пирсона в программе SPSS Statistics 21.

Обнаружены различия по возрасту среди работников трех исследованных групп ( $F = 27,656$ ;  $p < 0,001$ ). Средний возраст работников в первой группе составляет  $32,67 \pm 8,23$  года (95 % CI = 27,44–37,89), во второй группе  $39,73 \pm 11,09$  года (95 % CI = 36,23–43,23), в третьей  $51,78 \pm 7,15$  года (95 % CI = 49,49 ± 54,04). Средний возраст работников в третьей группе здоровья является наивысшим среди трех групп и статистически значимо выше на 19,11 года, чем в первой, и на 12,05 года, чем во второй ( $p < 0,001$  в обеих парах сравнения). Различие работников по возрасту между первой и второй группой является статистически незначимым ( $p = 0,056$ ).

Стаж работников в трех сравниваемых группах здоровья имеет статистически значимые различия ( $F = 6,361$ ;  $p = 0,003$ ). Средний стаж работников с I группой здоровья составляет  $10,42 \pm 9,16$  года (95 % CI = 4,60–16,23), со II группой  $15,03 \pm 11,38$  года (95 % CI = 11,44–18,62), с III группой  $22,10 \pm 12,30$  года (95 % CI = 18,16–26,03). Между значениями стажа работников I и II групп здоровья не наблюдалось статистически значимых различий ( $p = 0,446$ ). Однако работники с III группой здоровья имеют средний стаж на 11,68 года больше, чем работники с первой группой, и на 7,07 года больше, чем со второй ( $p = 0,008$  и  $p = 0,019$  соответственно).

У работников с I группой здоровья зарегистрировано 13 564 «кометы», со II — 45 657 «комет», с III — 54 295 «комет». Средние ранги количества «комет» работников и доли «комет» с содержанием 10 % и более ДНК в хвосте не имеют статистически значимых различий между работниками из трех групп здоровья (критерий Н Крускала–Уоллеса:  $\chi^2 = 0,325$  ( $p = 0,850$ ) и  $\chi^2 = 4,527$  ( $p = 0,104$ ) соответственно). Также между группами здоровья отсутствовали различия по средним рангам абсолютного количества «комет», содержащих более 10 % ДНК в хвосте (критерий Н Крускала–Уоллеса:  $\chi^2 = 2,415$  ( $p = 0,299$ )).

Усредненные медианы содержания ДНК в хвосте «комет» среди «комет» с более 10 % ДНК в хвосте, приготовленных из лейкоцитов работников каждой группы, не имели статистически значимых различий ( $F = 2,589$ ;  $p = 0,081$ ). При этом среди средних значений содержания ДНК в хвосте «комет» с более 10 % ДНК в хвосте имеются различия ( $F = 4,585$ ;  $p = 0,013$ ). Во второй группе среднее содержание ДНК выбранной фракции «комет» составило  $(16,47 \pm 2,48)\%$  (95 % CI = 15,69–17,25), что на 1,64 % выше, чем у работников с III группой здоровья  $(14,83 \pm 2,06; 95\% \text{ CI} = 14,17\text{--}15,49)$  ( $p = 0,009$ ). При этом среднее содержание ДНК выбранной фракции «комет» в первой группе не отличалось от значений во второй и третьей группах и составило  $(15,55 \pm 3,36)\%$  (95 % CI = 13,42–17,68) ( $p = 0,485$  и  $p = 0,646$  соответственно).

Корреляционный анализ Пирсона внутри групп здоровья позволил выявить взаимосвязи между некоторыми показателями. У работников со II группой здоровья внутри группы наблюдается с увеличением возраста снижение как медианного значения ( $r = -0,376$ ;  $p = 0,015$ ), так и среднего значения содержания ДНК в хвосте «комет» выбранной фракции ( $r = -0,322$ ;  $p = 0,040$ ), но отсутствуют статистически значимые взаимосвязи между стажем и показателями ДНК «комет» ( $p > 0,05$ ). Работники с III группой здоровья имеют положительную корреляцию между стажем и средним значением содержания ДНК в хвосте «комет», имеющих 10 % и более ДНК в хвосте ( $r = 0,353$ ;  $p = 0,025$ ), но у них не выявлена взаимосвязь между возрастом и показателями «комет». У работников с I группой здоровья внутри группы не наблюдается статистически значимых корреляций между возрастом / стажем и показателями ДНК «комет» ( $p > 0,05$ ).

Обнаруженные особенности фрагментации ДНК лейкоцитов в группах работников нефтехимического предприятия отражают интегрированное взаимодействие организма и вредных производственных факторов, влияющих на геном. Отсутствие взаимосвязи между возрастом и показателями ДНК «комет» может объясняться наличием адекватного репаративного ответа организма для компенсации воздействий вредных условий труда на работников, имеющих I группу здоровья. У работников со II группой здоровья наблюдаются высокие значения фрагментации ДНК. Однако в целом различий по возрасту, стажу и фрагментации ДНК лейкоцитов между I и II группой здоровья не обнаружено. При этом у работников со II группой здоровья обнаружено обратно пропорциональное снижение показателей ДНК «комет» при повышении возраста внутри группы, чего не наблюдается у работников с I группой здоровья, что может объясняться устойчивым изменением репарации в сторону улучшения, связанным с наличием генетически детерминированных причин адаптации к воздействию вредных условий труда. При этом у работников как с I, так и со II группой здоровья отсутствует внутри групп корреляция между стажем и показателями ДНК «комет». У работников с III группой здоровья наблюдается устойчивое снижение фрагментации ДНК по сравнению с работниками со II группой здоровья, что, по всей видимости, обусловлено общим снижением интенсивности процессов жизнедеятельности на уровне клеточных процессов. Возможно, прямая взаимосвязь между повышением среднего содержания ДНК в хвосте «комет» из фракции «комет» с 10 % и более ДНК в хвосте при увеличении стажа работников с III группой здоровья объясняется снижением репаративного потенциала вследствие большей значимости воздействия на организм вредных условий труда в процессе профессиональной деятельности, чем внутригрупповые различия возраста работников.

## Литература

1. Профессиональная патология: национальное руководство / под ред. Н.Ф. Измерова. — М. : ГЭОТАР-Медиа, 2011. — 777 с.

2. Комплексный подход к оценке генотоксичности производственных факторов угольных шахт / А.В. Мейер [и др.] // Генетика. — 2020. — Т. 56, № 5. — С. 584–591.
3. Метод ДНК-комет в оценке рисков здоровью населения / Е.С. Жукова [и др.] // Актуальные вопросы профилактической медицины и санитарно-эпидемиологического благополучия населения: факторы, технологии, управление и оценка рисков : сб. науч. тр. / под общ. ред. М.А. Поздняковой. — Н. Новгород : Ремедиум Приволжье, 2020. — С. 23–27.
4. Collins, A. R. The comet assay for DNA damage and repair: principles, applications, and limitations / A.R. Collins // Mol. Biotechnol. — 2004. — Vol. 26, № 3. — P. 249–261.

Поступила 02.11.2020

## **ИЗУЧЕНИЕ ТОКСИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ СРЕДСТВА ЗАЩИТЫ РАСТЕНИЙ НА ОСНОВЕ ПИКОЛИНАФЕНА И ПЕНДИМЕТАЛИНА НА ЭНДОКРИННУЮ СИСТЕМУ БЕЛЫХ КРЫС В ПОДОСТРОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ**

*Ланно Л.Г., lida\_lappo@bk.ru,  
Грынчак В.А., к. м. н., grinchakva@gmail.com*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В настоящее время среди антропогенных загрязнителей производственной и окружающей среды выделяются средства защиты растений, широкое использование которых в сельском хозяйстве обеспечивает повышение урожайности и улучшение качества производимой сельскохозяйственной продукции. В Республике Беларусь, как и во всех развивающихся странах, отмечена тенденция к увеличению использования средств защиты растений на основе новых малоизученных действующих веществ, таких как пиколинафен и пендиметалин, применяемых для избирательного (селективного) уничтожения растений. Для их безопасного производства и применения в сельском хозяйстве, а также в соответствии с требованиями международного законодательства необходимо изучить влияние средства защиты растений на основе новых действующих веществ на эндокринную систему, что является одним из элементов предотвращения их неблагоприятного влияния на здоровье населения, а также на среду обитания [1, 2].

В связи с этим целью работы являлось изучение влияния средства защиты растений на основе пиколинафена и пендиметалина на эндокринную систему самцов белых крыс в подостром эксперименте.

Объект исследования — гербицид на основе пендиметалина (CAS № 40487–42–1) и пиколинафена (CAS № 37641–05–5), концентрация действующих веществ 320 г/л и 16 г/л соответственно. Препарат представляет собой концентрат суспензии оранжевого цвета, относительная плотность 1,11 г/мл.

Токсическое действие в подостром эксперименте изучали при ежедневном внутрижелудочном введении самцам белых крыс средства защиты растений в дозах 5,0 мг/кг, 10,0 мг/кг и 40,0 мг/кг на протяжении 28 дней (OECD TG № 407). В каждой группе использовали по 10 животных массой 160–180 г. В качестве растворителя и для контрольной группы животных использовали подсолнечное масло. В ходе эксперимента регистрировали изменения общего состояния и динамику массы тела животных [3].

После одномоментной декапитации крыс при аутопсии определены относительные коэффициенты массы (далее — ОКМ) внутренних органов. Для характеристики функционального состояния эндокринной системы подопытных животных изучали уровни гормонов в сыворотке крови белых крыс: трийодтиронин (далее — Т3), тироксин (далее — Т4), тиреотропный гормон (далее — ТТГ), лютеинизирующий (далее — ЛГ) и фолликулостимулирующий гормоны (далее — ФСГ), эстрадиол и тестостерон методом твердофазного иммуноферментного анализа (наборы АО «Вектор-Бест», Российская Федерация, автоматический фотометр для микропланшетов ELX808 BioTek Instruments Inc, США).

Результаты исследований обрабатывали общепринятыми методами. Различия между контрольными и опытными группами считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Обращение с животными соответствовало этическим принципам надлежащей лабораторной практики [4, 5].

При подостром внутрижелудочном введении препарата в дозах 5,0 мг/кг, 10,0 мг/кг и 40,0 мг/кг клинических признаков интоксикаций и гибели животных на протяжении всего эксперимента не установлено. У подопытных животных не зарегистрировано статистически значимого изменения массы тела по сравнению с контрольной группой (таблица 1).

Таблица 1. — Масса тела белых крыс при внутрижелудочном введении средства защиты растений в подостром эксперименте, М (95 % ДИ)

Группы сравнения, доза препарата, мг/кг	Масса тела животных, кг <sup>-1</sup>	
	исходная	28-й день
Контроль	171 (161–180)	205 (200–209)
5,0	175 (160–177)	201 (198–210)
10,0	172 (165–179)	199 (195–218)
40,0	169 (162–176)	207 (200–215)

Также не отмечено статистически значимых различий по сравнению с контрольной группой ОКМ внутренних органов опытных групп (таблица 2).

Таблица 2. — Относительные коэффициенты масс внутренних органов белых крыс при внутрижелудочном введении средства защиты растений в подостром эксперименте, г/кг<sup>-3</sup>, М (95 % ДИ)

Внутренние органы	Группы сравнения, уровень воздействия препарата, мг/кг			
	контроль	5,0	10,0	40,0
Печень	32,0 (30,0–35,2)	32,2 (26,9–38,3)	31,7 (26,6–32,8)	29,6 (28,1–31,4)
Сердце	3,1 (3,0–4,1)	3,2 (2,5–4,0)	3,3 (2,9–3,7)	3,2 (3,0–3,7)
Легкие	7,4 (6,1–8,8)	8,0 (7,2–9,4)	7,7 (6,4–9,5)	6,9 (6,1–7,8)
Почки	6,3 (6,1–6,8)	6,5 (5,7–7,3)	7,0 (6,2–7,4)	6,7 (6,0–6,9)
Желудок	4,6 (4,1–5,2)	4,6 (4,0–5,2)	5,0 (4,5–5,5)	4,5 (4,0–4,7)
Селезенка	3,2 (2,8–3,7)	3,2 (2,7–3,6)	2,9 (2,5–3,3)	2,9 (2,6–3,4)
Надпочечники	0,10 (0,09–0,12)	0,10 (0,09–0,10)	0,11 (0,10–0,13)	0,10 (0,10–0,11)
Семенники	9,6 (8,4–10,8)	9,8 (8,3–10,4)	10,1 (8,7–11,2)	8,7 (8,1–9,3)
Придатки	3,8 (3,1–4,5)	3,6 (3,2–4,2)	3,8 (2,9–4,0)	3,6 (3,1–3,9)

Действие средства защиты растений на основе пиколинафена и пендиметалина на состояние эндокринной системы изучено по показателям функционального состояния щитовидной железы, репродуктивной системы и функции коры надпочечников белых крыс, подвергнутых 28-дневной затравке препаратом (таблица 3).

Таблица 3. — Показатели гормонального статуса белых крыс при внутрижелудочном введении средства защиты растений в подостром эксперименте, М (95 % ДИ)

Показатели, единицы измерения	Группы сравнения, уровень воздействия препарата, мг/кг			
	контроль	5,0	10,0	40,0
Т3, пмоль/л	4,91 (4,28–5,51)	4,36 (3,49–5,20)	4,99 (4,40–5,38)	5,02 (4,46–5,23)
Т4, нмоль/л	32,1 (19,3–48,0)	34,7 (19,2–50,3)	38,1 (21,9–51,9)	33,8 (20,8–50,7)
ТТГ, мМЕ/л	0,98 (0,41–1,44)	0,81 (0,40–1,35)	0,86 (0,48–1,13)	1,02 (0,39–1,46)
Тестостерон, нмоль/л	7,10 (3,04–11,17)	6,95 (3,20–10,41)	7,06 (5,26–10,86)	6,93 (3,09–11,11)
Эстрадиол, нмоль/л	0,17 (0,11–0,21)	0,17 (0,12–0,21)	0,16 (0,13–0,20)	0,17 (0,12–0,21)
ЛГ, МЕ/л	0,13 (0,09–0,16)	0,15 (0,08–0,19)	0,12 (0,09–0,15)	0,14 (0,08–0,18)
ФСГ, МЕ/л	0,24 (0,10–0,25)	0,22 (0,11–0,27)	0,25 (0,13–0,30)	0,28 (0,14–0,31)

Как следует из таблицы 3, введение препарата в диапазоне доз от 5,0 мг/кг до 40,0 мг/кг на протяжении опыта не вызывало у самцов белых крыс статистически значимых изменений гормонального статуса, характеризующего функциональное состояние щитовидной железы, репродуктивной системы и коры надпочечников.

Таким образом, в ходе исследования установлено, что внутрижелудочное введение средства защиты растений на основе пиколинафена и пендиметалина в подостром опыте самцам белых крыс в дозах 5,0 мг/кг, 10,0 мг/кг и 40,0 мг/кг не оказывает токсического действия на функциональное состояние эндокринной системы и требует дальнейшего изучения с использованием морфологических методов исследований, а также проведения экспериментов с более длительным периодом воздействия и увеличением уровней вводимых доз.

## Литература

1. Особенности определения эквивалентности генерических пестицидных продуктов / И.И. Ильюкова [и др.] // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. — Минск, 2016. — Вып. 26. — С. 225–228.
2. Грынчак, В.А. Научное обоснование гигиенических регламентов содержания пиколинафена в среде обитания человека / В.А. Грынчак, И.И. Ильюкова, С.И. Сычик // Токсикол. вестн. — 2019. — № 6. — С. 50–55.
3. Определение токсичности химической продукции (химических веществ и их смесей) при повторном и хроническом внутрижелудочном поступлении : инструкция по применению № 052–1215: утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Респ. Беларусь 30 авг. 2016 г. — Минск, 2016. — 28 с.
4. Надлежащая лабораторная практика : ТКП 125–2008 : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 28.03.2008 № 56. — Введ. 2008–05–01. — Минск, 2008. — 35 с.
5. Guide for the care and use of laboratory animals. — Washington, D. C. : Nat. acad. press, 1996. — 154 p.

Поступила 09.11.2020

## ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ЭЛЕКТРОХИМИЧЕСКИ АКТИВИРОВАННОГО СРЕДСТВА «АНОЛИТ АНК»

*Миклис Н.И., miklisnatalia@gmail.com,  
Бурак И.И.*

Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

Для профилактики инфекционных заболеваний в организациях здравоохранения, учреждениях образования, животноводческих комплексах, на коммунальных предприятиях широко применяются электрохимически активированные дезинфицирующие средства — анолиты. В отличие от химических дезинфицирующих средств действующие компоненты анолитов не оказывают вредного воздействия на организм человека. К основным биоцидным ингредиентам указанных растворов относятся метастабильные пероксидные соединения, которые обычно синтезируются в организме человека и теплокровных животных и участвуют в процессах фагоцитоза. Экологически безопасные ЭХА растворы имеют время жизни, необходимое для осуществления процедуры обеззараживания. После использования они самопроизвольно деградируют без образования токсичных соединений и не требуют нейтрализации перед сливом в канализацию [1–3].

ЭХА анолиты обладают универсальным спектром действия, оказывают повреждающее влияние на бактерии, грибы, вирусы и простейшие, не причиняя вреда клеткам тканей человека. По своей эффективности анолиты значительно превосходят такие известные дезинфектанты, как хлорамин, натрия гипохлорит и другие.

В Российской Федерации для получения электрохимически активированных дезинфицирующих средств используются установки СТЭЛ [1]. В Республике Беларусь указанные растворы изготавливаются на установках типа «Аквamed» [2]. Полученное на установках «Аквamed» дезинфицирующее средство

«Анолит нейтральный» эффективно в отношении микобактерий туберкулеза при содержании активного хлора 300 мг/дм<sup>3</sup>, других бактерий, вирусов и грибов — 200 мг/дм<sup>3</sup>. Средство применяется в нативном виде для дезинфекции поверхностей помещений, производственного и санитарно-технического оборудования, посуды, белья, предметов ухода, уборочного инвентаря в больничных, амбулаторно-поликлинических и аптечных организациях, учреждениях образования, на предприятиях фармацевтической промышленности и жилищно-коммунального хозяйства согласно инструкции по применению, согласованной Министерством здравоохранения Республики Беларусь.

Следует отметить, что анолит нейтральный относится к электрохимически активированным дезинфицирующим средствам второго поколения. В последнее время особое внимание уделяется электрохимически активированным растворам третьего поколения — анолитам АНК. Анолит АНК применяется для дезинфекции, предстерилизационной очистки и стерилизации в здравоохранении и других отраслях народного хозяйства [1, 3, 4].

Анолит АНК на установках СТЭЛ получают из исходного 0,05–0,5 %-го раствора натрия хлорида, приготовленного либо на пресной воде с минерализацией от 0,1 до 1 г/л, в том числе питьевой водопроводной, либо на воде, обессоленной различными методами (дистилляцией, ионным обменом, обратным осмосом) с минерализацией менее 0,1 г/л. Технология получения включает первоначальную обработку исходного водно-солевого раствора в катодной камере, а затем в анодной камере электрохимического реактора РПЭ. Анолит АНК, полученный на первых установках СТЭЛ, имел малый срок хранения, большое содержание балластных веществ и обладал коррозионной способностью. В настоящее время анолит АНК третьего поколения с высокими антимикробными свойствами и моющей способностью на фоне низкой коррозионной активности в России получают на установках СТЕЛ-АНК-СУПЕР [4].

Нами для изготовления анолита АНК разработана экспериментальная отечественная установка, состоящая из бездиафрагменного и диафрагменного реакторов, соединенных последовательно по электрическому току и гидравлическому потоку обрабатываемого раствора натрия хлорида, и основных путей движения растворов [5]. На базе указанной установки ЧНПУП «Акваприбор» разработал промышленный образец установки для получения анолита АНК «Аквamed» исполнения 04.

Цель работы: дать гигиеническую характеристику анолиту АНК, полученному на установке «Аквamed-04».

Электрохимически активированный раствор анолита АНК получали на установке «Аквamed-04» производительностью 60 дм<sup>3</sup>/ч из исходного водного раствора натрия хлорида, который предварительно обрабатывали в однокамерном бездиафрагменном реакторе, а затем последовательно в катодной и анодной камерах двухкамерного диафрагменного реактора.

Выполнено 3 серии опытов. В 1-й серии у полученного анолита АНК определяли химико-аналитические показатели качества, включающие органолептические показатели (запах, цветность, прозрачность), физико-химические показатели (водородный показатель, окислительно-восстановительный потенциал) и массовую долю действующего вещества (содержание активного хлора). Запах, цветность и прозрачность определяли в соответствии с ГФ РБ, водородный показатель (ед.), окислительно-восстановительный потенциал (мВ) — потенциометрическим методом на иономере лабораторном И-160 МП, содержание активного хлора (мг/дм<sup>3</sup>) — методом йодометрического титрования.

Во 2-й серии изучали микробиологические показатели эффективности средства *in vitro* на стандартных тест-культурах микробов *E. coli* ATCC 25 922, *S. aureus* ATCC 25 923, *P. aeruginosa* ATCC 27 853, *C. albicans* ATCC 10 231, *P. mirabilis* ATCC 14 153 в качественном и количественном суспензионных тестах при экспозиции 30 и 45 мин.

В 3-й серии на беспородных половозрелых белых крысах-самцах массой 260–290 г изучали токсикологические показатели безопасности анолита АНК. Определяли ЛД<sub>50</sub> средства при однократном введении в желудок натошак в объеме 4 мл / 200 г массы тела животного и выраженность местно-раздражающих эффектов при однократном четырехчасовом и повторных (20-кратные по 5 раз в неделю) четырехчасовых погружениях<sup>2/3</sup> хвостов в средство в день. В контроле для введения в желудок и погружения хвостов использовали воду. За подопытными крысами вели наблюдение в течение 14 дней и отмечали симптомы интоксикации.

Результаты исследования 1-й серии показали, что полученный на установке «Аквamed» исполнения 04 «Анолит АНК» представлял собой прозрачную бесцветную жидкость со слабым запахом, водородным показателем (7,45 ± 0,05) ед., окислительно-восстановительным потенциалом (+927 ± 15,2) мВ, содержанием активного хлора (С<sub>ак</sub>) (301,7 ± 3,8) мг/дм<sup>3</sup>.

Результаты исследований 2-й серии опытов показали, что в качественном суспензионном тесте рост стандартных тест-культур кишечной и синегнойной палочек, стафилококка, протей и кандиды

не обнаружен при экспозиции 30 и 45 мин. В количественном суспензионном тесте в отношении стандартных тест-культур анолит АНК проявил 100%-ю антибактериальную активность при экспозиции 30 и 45 мин. Фактор редукции в отношении стандартных тест-культур микробов без белковой нагрузки при экспозиции 30 и 45 мин достоверно не отличался и в отношении *E. coli* составил 6,3 lg, *P. aeruginosa* — 6,4 lg, *P. mirabilis* — 6,8 lg, *S. aureus* — 6,5 lg, *C. albicans* — 6,9 lg.

Результаты 3-й серии опытов показали, что однократное внутривентральное введение подопытным животным средства в дозе 20 000 мг/кг массы тела через 10–15 мин после воздействия приводило к легкому возбуждению животных. Указанные симптомы исчезали через 1,5–2 часа, и общее состояние на всем протяжении наблюдений подопытных животных не отличалось от контроля. Гибель животных в течение всего периода наблюдений не отмечалась.

В условиях однократного четырехчасового и двадцатикратного по 4 часа в день воздействия анолита АНК на кожу хвостов крыс на протяжении всего эксперимента не отмечалось клинических проявлений интоксикации, симптомов раздражения кожных покровов (мелкочешуйное шелушение эпидермиса, сухость, отек кожи, эритематозные реакции) и летальных исходов.

Полученные результаты позволяют заключить, что анолит АНК, полученный на установке «Аквamed» исполнения 04, является качественным по химико-аналитическим показателям, безопасным по токсикологическим показателям, эффективным по микробиологическим показателям и соответствует требованиям СанПиН 21–112–99 «Дезинфекционные средства и технологии. Нормативные показатели безопасности и эффективности дезинфицирующих средств». Так, он характеризуется оптимальными органолептическими показателями, не отличающимися от воды водопроводной, имеет слабую щелочную среду и выраженный положительный окислительно-восстановительный потенциал.

Анолит АНК обладает широким спектром бактерицидного действия в отношении стандартных кишечной и синегнойной палочек, стафилококка золотистого, протей и фунгицидного действия в отношении кандиды.

При однократном введении в желудок анолит АНК в максимальной дозе 20 000 мг/кг является малоопасным (IV класс опасности по ГОСТ 12.1.007.76) и относительно безвредным (VI класс токсичности веществ в соответствии с модификационной классификацией Организации экономического содействия и развития OECD) соединением. Указанная доза не вызывает гибель подопытных животных и, следовательно, ЛД<sub>50</sub> более 20 000 мг/кг. Полученное средство не обладает кожно-раздражающими свойствами и в соответствии с инструкцией 1.1.11–12–35–2004 «Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ» относится к нулевому классу.

По результатам выполненных исследований сделаны следующие выводы. Анолит АНК, полученный на установке «Аквamed» исполнения 04, является качественным по химико-аналитическим показателям, безопасным по токсикологическим показателям, эффективным по микробиологическим показателям и соответствует требованиям СанПиН 21–112–99 «Дезинфекционные средства и технологии. Нормативные показатели безопасности и эффективности дезинфицирующих средств».

Полученное на отечественной электрохимической установке «Аквamed-04» средство «Анолит АНК» можно использовать в качестве дезинфицирующего в организациях здравоохранения.

## Литература

1. Анализ перспектив применения хлорсодержащих дезинфицирующих средств / В. М. Бахир [и др.] // Медицинский алфавит. — 2008. — Т. 4, № 17. — С. 49–55.
2. Гигиеническая оценка дезинфицирующего средства «Анолит нейтральный» / И. И. Бурак [и др.] // Вестник Витебского государственного медицинского университета. — 2014. — Т. 13, № 5. — С. 105–112.
3. Миклис, Н. И. Эффективность применения анолита АНК в больницах / Н. И. Миклис, И. И. Бурак, И. И. Генералов // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Респ. науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. В. П. Филонов. — Минск, 2008. — Вып. 11. — С. 157–163.
4. Инструкция № ДА 005–13 по применению дезинфицирующего средства «Анолит АНК-СУПЕР» фирмы ООО «Делфин Аква» (Россия), полученного из установок СТЭЛ-АНК-СУПЕР, для целей дезинфекции и стерилизации : согласовано ЦНИИ эпидемиологии Роспотребнадзора 15.03.13. — М., 2013. — С. 19.
5. Электрохимическая установка для получения анолита катодного : пат. ВУ 4314 U / И. И. Бурак, Н. И. Миклис, С. И. Бурак, В. С. Морозов. — Оpubл. 01.03.2008.

Поступила 09.11.2020

## СОДЕРЖАНИЕ ПАРАБЕНОВ В КОСМЕТИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ И ПРОДУКТАХ ПИТАНИЯ ОТЕЧЕСТВЕННОГО И ЗАРУБЕЖНОГО ПРОИЗВОДСТВА

*Петрова С. Ю., к. м. н., petrova524a@mail.ru,  
Ильюкова И. И., к. м. н., toxlab@mail.ru,  
Полянских Е. И., к. х. н., alena.ip@mail.ru,  
Цемборевич Н. В., к. м. н., tse.natasha@yandex.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Парабены являются сложными эфирами 4-гидроксibenзойной кислоты, обладают свойствами антимикробных консервантов и широко используются в пищевых, фармацевтических и косметических продуктах. Обычно применяются в сочетании с другими консервантами [1]. Согласно ТР ТС 029/2012 парабены (пищевые добавки E214, E215, E218, E219) допускаются к применению в следующей пищевой продукции: желе, покрывающие мясные продукты, паштеты, сухие завтраки на основе злаковых и картофеля, покрытые орехами, сахаристые кондитерские изделия, конфеты, шоколад с начинкой, вяленые мясные продукты [2].

Парабены по своему действию похожи на эстрогены, обладают легким эстрогенным действием, которое наиболее выражено у бутилпарабена и изобутилпарабена, менее — у пропилпарабена, этилпарабена и метилпарабена [3].

Сложные эфиры 4-гидроксibenзойной кислоты могут влиять на гормональное равновесие и увеличивать риск возникновения рака молочной железы, яичников, матки, а также рака семенников у мужчин [4].

Вместе с тем до настоящего времени в республике отсутствовали методы определения парабенов в продуктах питания и косметической продукции, что не позволяло контролировать их содержание, также отсутствовали данные о фактических уровнях содержания парабенов в продуктах питания и косметической продукции.

Для контроля содержания парабенов в потребительских товарах разработан метод высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием при длинах волн 235 нм (определение бензойной и салициловой кислот); 256 нм (определение оставшихся консервантов).

В результате проведенных исследований разработаны условия экстракции, очистки экстрактов для определения пара-гидроксibenзойной кислоты, ее эфиров, сорбиновой, бензойной и салициловой кислот в пищевой и косметической продукции, позволяющие оптимально выделять их из пищевой и косметической продукции и отделять от компонентов матрицы. Для выделения консервантов из легкорастворимых продуктов предложено использовать метанол, а при анализе образцов с более сложной матрицей в пробоподготовку необходимо включить дополнительную стадию очистки экстракта при помощи растворов Карреза I и II.

На основании анализа рецептур и с использованием разработанного метода проанализировано 200 наименований косметической продукции и 100 наименований продуктов питания отечественного и зарубежного производства по определению содержания метилпарабена, этилпарабена, пропилпарабена, бутилпарабена, изобутилпарабена, изопропилпарабена, бензилпарабена, гептилпарабена. Исследования проведены в различных видах косметической продукции: изделиях косметических гигиенических моющих (гелях моющих для тела, мыле жидком и др.), шампунях, очищающих средствах для лица, в т. ч. для демакияжа, средствах для ухода за кожей лица (кремах, гелях, тонерах, сыворотке и др.), средствах для ухода за кожей тела, рук и ног (кремах, гелях, масле, сыворотке и др.), средствах для ухода за кожей головы и волос (спреях, маслах, лосьонах), средствах для окрашивания волос (красках, оттеночных бальзамах), средствах гигиены полости рта (зубных пастах, ополаскивателях), изделиях декоративной косметики (тональных кремах, туши, блесках для губ, помадах и др.), изделиях косметических для маникюра и педикюра, косметических салфетках, детской косметике. Проведен анализ содержания парабенов в сахаристых кондитерских изделиях, конфетах, шоколаде с начинкой, сухих завтраках на основе злаковых и картофеля, желе, мясных продуктах (вареных, соленых, вяленых), паштетах.

Результаты исследований свидетельствуют о том, что концентрации как индивидуальных эфиров, так и смесей эфиров парагидроксibenзойной кислоты в косметической продукции не превы-

шают допустимого содержания, предусмотренного техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности парфюмерно-косметической продукции» [5], которое составляет 0,4% для индивидуальных эфиров и 0,8% — для смеси эфиров.

Установлено, что в состав рецептур косметической продукции включены парабены, которые отличаются свойствами и размером молекулы: короткоцепочечные (метил-этил-парабены) и длинноцепочечные (пропил-бутил-парабены) и их разветвленные аналоги (изопропил-изобутил-парабены). Доля метилпарабена, этилпарабена, пропилпарабена и бутилпарабена составляет более 80,0%, применение изобутилпарабена, изопропилпарабена, бензилпарабена, гептилпарабена не превышает 20%, что подтверждается полученными экспериментальными данными: по частоте применения на первое место выходит метилпарабен, доля которого составляет 57,14%, на долю этилпарабена и пропилпарабена приходится по 20,33%, по 1% приходится на изобутилпарабен и изопропилпарабен.

Согласно представленным сведениям, отдельные сложные эфиры пара-гидроксibenзойной кислоты отмечены в 87% рецептур косметической продукции, смеси эфиров — в 13%, что подтверждено результатами собственных исследований: 85% составили отдельные сложные эфиры пара-гидроксibenзойной кислоты: короткоцепочечные (метил-этил-парабены) и длинноцепочечные (пропил-бутил-парабены) и 15% — смеси эфиров.

Максимальная концентрация метилпарабена обнаружена в средствах для ухода за кожей тела, рук и ног (0,19%), средства для ухода за кожей головы и волос содержат до 0,12%, средства для ухода за кожей лица и изделия декоративной косметики — до 0,1%, косметические салфетки и косметическая продукция для детей — 0,04–0,06% и незначительное количество метилпарабена обнаружено в средствах гигиены полости рта, шампунях и изделиях косметических гигиенических моющих.

Максимальное содержание этилпарабена определено в изделиях декоративной косметики — до 0,08%. В средствах для ухода за кожей лица содержание этилпарабена составило в среднем 0,05%, в средствах для ухода за кожей тела, рук и ног, а также в средствах для ухода за кожей головы и волос — до 0,02%, в косметических салфетках и косметической продукции для детей до 0,01%. Незначительное количество этилпарабена определялось в очищающих средствах для лица, в том числе в средствах для демакияжа.

Максимальное содержание пропилпарабена обнаружено в изделиях декоративной косметики (до 0,085%). В средствах для ухода за кожей лица содержание пропилпарабена составило до 0,055%, в средствах для ухода за кожей тела, рук и ног — до 0,04%, в средствах для ухода за кожей головы и волос — до 0,02%, в косметических салфетках и косметической продукции для детей — 0,014–0,020%. Незначительное содержание пропилпарабена обнаружено в очищающих средствах для лица, в том числе в средствах для демакияжа.

Проведен анализ содержания парабенов в сахаристых кондитерских изделиях, конфетах, шоколаде с начинкой, сухих завтраках на основе злаковых и картофеля, желе, мясных продуктах (вареные, соленые, вяленые), паштетах. Анализ полученных экспериментальных данных показал, что парабены (пищевые добавки E214, E215, E218, E219) не используются при производстве пищевой продукции, что подтверждают данные, полученные на основании анализа рецептур содержания парабенов в продуктах питания.

Также на запрос о применении парабенов при производстве пищевой продукции ООО «Спартак», ООО «Коммунарка», ООО «Красный пищевик», РУП «Институт мясо-молочной промышленности» получен ответ, согласно которому пищевые добавки E214, E215, E218, E219 не используются при производстве пищевой продукции на данных предприятиях.

В составе косметической продукции с длительным сроком годности парабены встречаются чаще, чем в продукции с коротким сроком годности, при этом чаще в косметической продукции с жидкой, кремовой и гелевой текстурой: в тональных основах, ВВ- и СС-кремах, консилерах, жидких хайлайтерах, румянах, бронзерах, блесках и тинтах для губ, дезодорантах, шампунях и гелях для душа.

Информация о содержании парабенов в косметической продукции, представленная производителями, подтверждается проведенными лабораторными исследованиями.

Результаты проведенного анализа косметической продукции и продуктов питания свидетельствуют о том, что основным источником поступления парабенов в организм является косметическая продукция, содержание в которой как индивидуальных эфиров, так и смесей эфиров парагидроксibenзойной кислоты не превышает допустимого уровня, предусмотренного техническим регламентом Таможенного союза «О безопасности парфюмерно-косметической продукции».

Полученные результаты по содержанию эфиров парагидроксibenзойной кислоты в косметической продукции будут использованы для расчета суммарного поступления парабенов в организм человека.

## Литература

1. Ливенцова, О. О. Парабени: властивості, використання, методи визначення / О. О. Ливенцова // Харчова наука і технологія. — 2015. — Т. 9, № 4. — С. 44–50.
2. ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств [Электронный ресурс] : технический регламент Таможенного союза : принят Решением Совета Евразийской экономической комиссии 20 июля 2012 г. № 58 : с изм. на 18 сентября 2014 г. // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2020.
3. Oestrogenic activity of parabens in MCF7 human breast cancer cells / J. Byford [et al.] // J. Steroid Biochem. Molec. Biol. — 2002. — Vol. 80, iss. 1. — P. 49–60.
4. Norwegian Scientific Committee for Food Safety [Electronic resource]. — Mode of access: [https://www.researchgate.net/institution/Norwegian\\_Scientific\\_Committee\\_for\\_Food\\_Safety](https://www.researchgate.net/institution/Norwegian_Scientific_Committee_for_Food_Safety). — Date of access: 05.06.2020.
5. ТР ТС 009/2011. О безопасности парфюмерно-косметической продукции [Электронный ресурс] : технический регламент Таможенного союза : утв. Решением Комиссии Таможенного союза 23 сентября 2011 г. № 799 : в ред. 10 апреля 2018 г. // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2020.

Поступила 07.11.2020

## О РЕЗУЛЬТАТАХ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ НИЖЕГОРОДСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2019 ГОД

<sup>1</sup>Позднякова М. А., д. м. н., профессор, [prof\\_pozdniakova@mail.ru](mailto:prof_pozdniakova@mail.ru),

<sup>2</sup><sup>1</sup>Осипова Т. В., к. м. н., [medprof\\_otd@nniigp.ru](mailto:medprof_otd@nniigp.ru),

<sup>2</sup><sup>1</sup>Феклина Т. Ю., к. м. н., [medprof\\_otd@nniigp.ru](mailto:medprof_otd@nniigp.ru),

<sup>1</sup>Мамонтова Н. В., к. м. н., доцент, [dpmo@nniigp.ru](mailto:dpmo@nniigp.ru)

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Нижегородский научно-исследовательский институт гигиены и профпатологии» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Нижний Новгород, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное бюджетное учреждение здравоохранения «Центр гигиены и эпидемиологии в Нижегородской области», г. Нижний Новгород, Россия

На протяжении последних десятилетий острые отравления химической этиологии остаются актуальной медико-социальной проблемой для мирового сообщества. Так, по данным Всемирной организации здравоохранения (далее — ВОЗ), из 7 млрд человек населения нашей планеты 210 млн употребляют психоактивные вещества (далее — ПАВ). Те же материалы свидетельствуют об «омоложении» возрастного диапазона употребляющих наркотические вещества: если 10 лет назад дебют употребления приходился преимущественно на возраст 15–17 лет, то сегодня это уже 12–17 лет. Специалисты отмечают расширение возрастной группы потребителей наркотиков (в прошлом веке это 18–35 лет, сегодня 9–50 лет); стремительный рост употребления новых синтетических ПАВ и рост их доступности через интернет; увеличение приема обезболивающих лекарств в качестве наркотических средств; легализация каннабиноидов в некоторых странах; рост смертности от употребления ПАВ на 27 % за последние 10 лет и уменьшение срока жизни зависимых на 3–5 лет. Мировая статистика демонстрирует неутешительную картину в Болгарии, Эстонии, Литве, Греции и России [1].

В 1975 г. ВОЗ приняла резолюцию «Санитарная статистика, касающаяся алкоголя», в которой выразила озабоченность ростом уровня потребления алкоголя в некоторых странах [2]. Результатом принятия данного документа стали разработка и внедрение государствами — членами ВОЗ мер, повышающих информационное обеспечение рассматриваемой проблематики, и создание информационных ресурсов, позволяющих следить за уровнями заболеваемости и смертности от острых

отравлений химическими веществами среди населения на регулярной основе. Таким образом, в нашей стране была создана система токсикологического мониторинга как одного из важных инструментов в вопросе обеспечения национальной безопасности и существенного вклада государства в экономику и популяционное здоровье.

Предметом настоящей публикации является обобщение результатов практики токсикологического мониторинга в Нижегородской области как одного из крупнейших промышленных регионов центральной России в связи со значительными объемами оборота спиртосодержащей продукции, на фоне непрекращающейся борьбы с употреблением наркотических и психотропных веществ и доступностью сильнодействующих лекарственных форм [3]. Токсикологический мониторинг осуществляется на территории области с 2007 г. в строгом соответствии с нормативными правовыми документами Министерства здравоохранения РФ. Цель его заключается в выработке и принятии обоснованных управленческих решений по вопросу противодействия распространению данной группы социально обусловленных заболеваний.

Сбор информации традиционно ведется согласно экстренным извещениям, а статистический анализ — на основании автоматизированной базы данных, созданной в соответствии с формой отраслевого статистического наблюдения 12–15 «Сведения о результатах токсикологического мониторинга», утвержденной соответствующим приказом Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека от 18 декабря 2015 г. № 1325.

Итак, по данным токсикологического мониторинга, в 2019 г. в Нижегородской области было зарегистрировано 1640 случаев (из них 66 — с летальным исходом) острых отравлений химической этиологии, что составило 51 на 100 тыс. населения. Следует отметить общую позитивную динамику по сравнению с 2018 г., когда было зарегистрировано 1728 случаев (из них 41 с летальным исходом), или 53,4 на 100 тыс. населения. Убыль показателя составила 5,4%. Однако необходимо выделить следующий факт: в предыдущие годы (2017, 2016 и 2015) частота острых отравлений химической этиологии регистрировалась на достоверно более низких уровнях, нежели в последние годы, а именно: 40,2, 45,3 и 43,8 на 100 тыс. населения, соответственно,  $p < 0,05$ . Аналогичным образом колебалось и число умерших вследствие данной причины: 38, 41 и 24 соответственно. Таким образом, 2018 г. стал «пиковым» за последние пять лет, и причина этого явления требует более тщательного и длительного изучения, поскольку необходимый период наблюдений для определения тенденций и закономерностей основных социально-экономических явлений, по мнению специалистов, составляет не менее 10 лет [4].

В структуре причин отравлений за 2019 г. лидирующую позицию заняла группа отравлений лекарственными препаратами: из них 36,8% — отравления психотропными средствами; 19,4% — отравления противосудорожными, седативными, снотворными и противопаркинсоническими средствами; 11,2% — отравления диуретиками и другими неуточненными лекарственными средствами, медикаментами и биологическими веществами; 8,5% — отравления препаратами, действующими преимущественно на сердечно-сосудистую систему; 6,8% — отравления неопиоидными анальгезирующими, жаропонижающими и противоревматическими средствами; 5,7% — препаратами, действующими преимущественно на вегетативную нервную систему. Следует отметить негативную динамику уровня общего показателя по данной группе за последние пять лет: с 371 до 527 на 100 тыс. ( $p < 0,05$ ). Пятилетний прирост составил 63,4%, и это наиболее существенный прирост среди всех видов острых отравлений.

Среди группы так называемых прочих отравлений, устойчиво занимающих вторую строчку в общей структуре, регистрировались: 41,4% — токсическое действие других газов, дымов и паров; 20,6% — токсическое действие разъедающих веществ; 11,1% — токсическое действие органических растворителей; 8,6% — токсический эффект, обусловленный контактом с ядовитым животным; 4,9% — токсическое действие пестицидов.

Отравления наркотиками и психодислептиками (галлюциногенами) заняли третье место в общей структуре острых отравлений химической этиологии — 19,1%. Из них: 67,7% — отравления неуточненными наркотиками; 9,6% — метадоном; 9,6% — отравления другими опиоидами (кодеин, морфин); 6,1% — отравления неуточненными психодислептиками (галлюциногенами) — курительными смесями; 3,5% — героином; 3,5% — опиум, каннабисом и другими синтетическими наркотиками. Колебания уровня показателя по данной группе за пятилетний период были крайне нестабильны: в 2018 г. — 21,8%, в 2017 г. — 14,1%, в 2016 г. — 16,5%, в 2015 г. — 23,3%, и в итоге суммарно за пять лет была зарегистрирована убыль рассматриваемого коэффициента на 6,3%.

Аналогичной представляется картина по результатам пятилетних наблюдений за частотой случаев отравлений алкоголем: здесь тоже регистрировалась суммарная убыль показателя, она оказа-

лась более существенной — 22,5 % ( $p < 0,05$ ) при амплитуде колебаний до 50 %. Эта группа острых отравлений устойчиво занимает третье-четвертое место в общей структуре, регулярно чередуясь с группой острых отравлений наркотическими веществами. Из общего количества отравлений алкоголем в 2019 г. треть (36,5 %) составили отравления его суррогатами. Практически в 2 раза снизилась смертность от токсического действия алкоголя по сравнению с 2018 г.: с 0,56 на 100 тыс. населения до 0,28, что свидетельствует об определенных успехах в борьбе с этим опасным социальным явлением. В структуре летальных случаев до 85 % — это отравления суррогатами алкоголя.

На последней, пятой позиции в структуре причин отравлений химической этиологии в 2019 г. традиционно оказались отравления пищевыми продуктами — 2,6 % от общего числа, и подавляющее большинство из них (75,6 %) составили отравления грибами.

Среди пострадавших от острых отравлений химической этиологии в 2019 г. 63,5 % составили мужчины, 36,5 % — женщины, и это соотношение остается практически неизменным на протяжении всего периода наблюдений.

Повозрастная структура рассматриваемой группы отравлений в целом за 2019 г. была представлена следующим образом: наибольшая доля была представлена лицами в возрасте 18–49 лет, то есть группой граждан наиболее активного трудоспособного возраста, чей суммарный вклад в общую структуру составил 53,6 %. На детей в возрасте до 14 лет включительно приходилось 19,6 % случаев от общего числа; на подростков 15–17 лет — 7,1 %. Вызвал озабоченность рост данного показателя по сравнению с предыдущим годом: 61,8 на 100 тыс. детского населения против 59,8 (прирост 3,2 %) и 137,4 на 100 тыс. подросткового населения — против 88,1 (прирост 55,9 %); в основном за счет роста употребления лекарственных препаратов. Данный факт заставляет акцентировать внимание на более широком привлечении надзорных и силовых ведомств именно к этому разделу работы.

Отличается стабильностью распределение острых отравлений по социальному положению пострадавших, а именно: 43,5 % из них составляют безработные лица; 17,7 % — работающее население и 11 % — пенсионеры, далее в порядке убывания следуют школьники и неорганизованные группы детей и подростков.

При анализе ситуации были сделаны следующие выводы: 91,1 % случаев отравлений явились индивидуальными, 5,8 % — групповыми, 3,1 % — семейными (как правило, это были отравления окисью углерода).

По обстоятельствам отравлений, как было выяснено из объяснений пострадавших, большинство оказались случайными и были осуществлены с целью опьянения или самолечения, по ошибке, на производстве либо явились следствием непереносимости или побочного действия. Преднамеренные причины заняли около одной трети от общего числа (36,2 %), к ним были отнесены суицидальные попытки, осознанный и целенаправленный прием наркотических и токсических веществ.

Таким образом, резюмируя вышеизложенное, следует сделать следующие выводы.

1. Несмотря на значительные колебания показателя частоты острых отравлений химической этиологии среди населения Нижегородской области за последние пять лет, позитивным представляется его снижение на 5,4 % в 2019 г. по сравнению с 2018 г., в первую очередь за счет уменьшения количества отравлений наркотиками и психодислептиками (галлюциногенами) — на 20,4 %. К позитивным фактам также следует отнести достоверное снижение уровня смертности от токсического действия алкоголя.

2. Как крайне тревожный сигнал следует рассматривать достоверный рост удельного веса детей в повозрастной структуре отравлений за последние два года: в возрасте до 14 лет включительно — в 1,5 раза, в возрасте 15–17 лет — в 2,5 раза; в основном за счет роста числа отравлений лекарственными препаратами (в 3,6 раза).

3. Неблагоприятная тенденция характеризовала пятилетнюю динамику уровня частоты отравлений химической этиологии со смертельным исходом, в большинстве случаев вследствие злоупотребления наркотическими веществами.

4. Ведущей причиной в структуре отравлений химической этиологии за 2019 г. стал прием лекарственных препаратов, который оттеснил на второе место прием наркотических веществ и галлюциногенов; особо следует отметить достоверный рост уровня данного показателя за два последних года — 52,7 %,  $p < 0,001$ .

В целях снижения числа случаев острых отравлений химической этиологии и смертности от них целесообразными представляются разработка и практическое внедрение следующих мероприятий:

- усиление контроля за доступностью для населения сильнодействующих лекарственных форм и курительных смесей, за производством и реализацией алкогольной продукции, усиление работы по ликвидации нелегальных точек продажи спиртосодержащей продукции и суррогатов алкоголя;

- разработка и проведение в медицинских и образовательных учреждениях профилактических программ с педагогами, родителями и детьми, направленных на недопущение употребления алкоголя и наркотических веществ детьми и подростками и ограничение доступности лекарств в быту;
- усиление работы со средствами массовой информации по информированию населения о негативном влиянии алкогольной продукции, наркотических веществ на здоровье и о принципах здорового образа жизни.

Следует особо отметить, что задачи токсикологического мониторинга могут быть успешно выполнены только при условии активного межведомственного взаимодействия, в тесном контакте с региональными органами исполнительной власти. Именно результаты токсикологического мониторинга являются базой для принятия стратегических решений в области обеспечения гигиенической и химической безопасности населения, в том числе и в Нижегородской области.

## Литература

1. Статистика наркомании — цифры, которые пугают... [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <https://www.vperemen.com/narkomaniya/blog/ctatistika-narkomaniya/>. — Дата доступа: 10.11.2020.
2. Как быстро и навсегда избавиться от вредной привычки? [Электронный ресурс] // Академия «Метод Шичко». — Режим доступа: <http://metod-shichko.ru>. — Дата доступа: 10.11.2020.
3. Социально-гигиенический мониторинг [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.52.rospotrebnadzor.ru/структура-документов/социально-гигиенический-мониторинг>. — Дата доступа: 10.11.2020.
4. Современные региональные особенности здоровья населения и здравоохранения России : моногр. / О.П. Щепин [и др.]. — М. : Медицина : Шико, 2007. — С. 8–18.

Поступила 29.10.2020

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ИЗУЧЕНИЕ ОБЩЕТОКСИЧЕСКИХ И СПЕЦИФИЧЕСКИХ СВОЙСТВ НОВОГО ОРГАНОМИНЕРАЛЬНОГО УДОБРЕНИЯ

*Протасевич У.С., us.toxlab@gmail.com,  
Штурвич А.А., pet520@tut.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Органоминеральные удобрения состоят из органических веществ и связанных с ними минеральных соединений. Получают данные удобрения путем обработки гуминовых кислот или содержащих их материалов (торф, бурые угли, илы, сланцы, перегной) аммиаком, аммиачными растворами фосфатов, фосфорной кислотой или калийными солями. Органоминеральные удобрения имеют различные состав и наименования: гумофос, гумофоска, торфоаммиачные удобрения, торфоминерально-аммиачные удобрения, гуматы натрия и аммония и др. Данные удобрения обладают высокой агрохимической эффективностью, имеют в своем составе физиологически и рост-активные вещества, создают рыхлую структуру, увеличивают общую поверхность объема готовых продуктов, способствуют адсорбированию и удержанию влаги, а также питательных веществ. Все это предотвращает возможность вымывания и позволяет снизить количество вносимых в почву питательных веществ. Применение органоминеральных удобрений позволяет снизить, а со временем снять засоление, обеспечить оптимальный водо-воздушный режим, повысить содержание гумуса, снизить вредное влияние высоких доз средств защиты растений, ядохимикатов и радионуклидов, повысить плодородие почв, урожайность сельскохозяйственных культур, их качественную ценность и обеспечить экологическую безопасность [1, 2].

Цель работы — в токсикологических экспериментах изучить общетоксические и специфические свойства нового органоминерального удобрения.

Объектом исследования являлось органоминеральное удобрение. Состав: органические вещества — 32 %, олигосахариды — 20 %, аминокислоты и растворимые пептиды — 12 %, общий азот — 4 %, водорастворимый фосфор — 1 %, водорастворимый калий — 1 %, водорастворимый кальций — 0,1 %.

Экспериментальные исследования проведены на 10 нелинейных самцах белых мышей (19–21 г), 47 рандомбредных самцах белых крыс (195–215 г) и 5 самцах белых кроликов породы Шиншилла (4,3–4,4 кг) [3].

Острое отравление моделировали при однократном внутрижелудочном и эпикутанном путях поступления удобрения в организм экспериментальных животных в дозах 5100 мг/кг и 2500 мг/кг соответственно.

Сенсибилизирующую активность препарата изучали в тесте опухания лапы на белых мышах на модели воспроизведения гиперчувствительности замедленного типа (далее — ГЗТ). Исследование раздражающего действия удобрения на слизистые оболочки глаза кроликов и неповрежденные кожные покровы белых крыс проводили в соответствии с Инструкцией № 1.1.11–12–35–2004 [3].

Способность препарата к кумуляции изучали при внутрижелудочном введении белым крысам в нативном виде удобрения в дозе 510 мг/кг 5 дней в неделю в течение 20-дневного опыта [3]. Животным контрольной группы вводили дистиллированную воду в эквивалентных объемах. В ходе эксперимента регистрировали признаки токсического действия удобрения и гибель животных. По окончании подострого эксперимента у крыс изучали ряд показателей, отражающих функциональное состояние ряда систем и органов животных. После одномоментной декапитации крыс при аутопсии определены относительные коэффициенты массы (далее — ОКМ) внутренних органов. Для характеристики функционального состояния организма опытных животных изучали морфофункциональный состав периферической крови (гематологический анализатор Mythic18, Швейцария), определяли биохимические показатели сыворотки крови и мочи (автоматический биохимический анализатор Accent 200, Польша).

Результаты исследований обрабатывали общепринятыми методами. Различия между контрольной и опытной группами считались статистически значимыми при  $p < 0,05$ . Обращение с животными соответствовало этическим принципам надлежащей лабораторной практики [4].

В остром опыте при внутрижелудочном введении самцам белых крыс удобрения в дозе 5100 мг/кг не отмечены токсические эффекты в течение 14-дневного периода наблюдения, при этом смертельные эффекты также не зарегистрированы. Отсутствие летальных исходов не позволило рассчитать среднесмертельную дозу. При изучении токсических свойств при однократном эпикутанном нанесении удобрения в дозе 2500 мг/кг самцам белых крыс на выстриженные участки кожи спины площадью 20 см<sup>2</sup> проявлений интоксикации и гибели животных в опытных группах не зарегистрировано. Следовательно, удобрение при однократном внутрижелудочном введении и накожном нанесении подопытным животным относится к малоопасным соединениям (IV класс опасности) в соответствии с ГОСТ 12.1.007–76 [5].

При изучении местно-раздражающего действия препарата признаки гиперемии и визуально значимые изменения статуса кожных покровов подопытных животных не выявлены. Суммарная количественная оценка степени индукции эритемы и отека для контроля и опыта при воздействии удобрения составляет по 0 баллов. Следовательно, в условиях, принятых для оценки кожно-раздражающего действия при тестировании на лабораторных животных [3], препарат не способен к индукции выраженных местно-раздражающих свойств.

После введения органоминерального удобрения в нижний конъюнктивальный свод правого глаза кроликов симптомы раздражающего действия на слизистые оболочки глаз не зарегистрированы.

При проведении исследований удобрения на модели воспроизведения ГЗТ установлено, что величина среднегруппового показателя по тесту опухания лапы мыши в абсолютных единицах  $\times 10^{-2}$  у опытных животных составила  $1,1 \pm 0,5$  мм и статистически значимо не отличалась от контроля —  $1,4 \pm 0,3$  мм, что указывает на отсутствие сенсибилизирующей способности препарата.

На протяжении подострого эксперимента при внутрижелудочном введении удобрения белым крысам в дозе 510,0 мг/кг внешние проявления интоксикации и гибель животных не зарегистрированы, что позволяет отнести изучаемое соединение к веществам со слабой кумулятивной активностью по смертельным эффектам. Однако на наличие функциональной кумуляции препарата указывают изменения ряда клинико-биохимических показателей. Так, в опытной группе выявлено статистически значимое увеличение ОКМ надпочечников на 12,5 % и снижение ОКМ почек на 13,7 % по отношению к контрольной группе ( $p < 0,05$ ). Изменений массы животных и ОКМ печени, сердца и селезенки не установлено (таблица 1).

Таблица 1. — Масса животных и относительные коэффициенты массы внутренних органов белых крыс при внутрижелудочном введении удобрения в подостром эксперименте,  $M \pm m$

Показатели, единицы измерения	Группы сравнения, доза удобрения, мг/кг	
	контроль	510,0
Масса крысы, г	207,80 ± 6,13	210,30 ± 6,05
ОКМ печени, г/кг <sup>-3</sup>	28,90 ± 0,94	31,40 ± 1,070
ОКМ сердца, г/кг <sup>-3</sup>	3,80 ± 0,70	3,50 ± 0,04
ОКМ почек, г/кг <sup>-3</sup>	7,30 ± 0,27	6,30 ± 0,08*
ОКМ селезенки, г/кг <sup>-3</sup>	4,60 ± 0,33	5,60 ± 1,00
ОКМ надпочечников, г/кг <sup>-3</sup>	0,16 ± 0,003	0,18 ± 0,005*
* Статистически значимые различия с контролем при $p < 0,05$ .		

При изучении биохимических показателей сыворотки крови белых крыс в опытной группе установлено статистически значимое увеличение концентрации общего белка на 12,3%. На фоне воздействия удобрения в изученной дозе ряд других биохимических показателей (мочевина, аланиновая аминотрансфераза (далее — АЛТ), аспарагиновая аминотрансфераза (далее — АСТ), глюкоза и креатинин) оставались без изменений (таблица 2).

Таблица 2. — Биохимические показатели крови белых крыс при внутрижелудочном введении удобрения в подостром эксперименте,  $M \pm m$

Показатели, единицы измерения	Группы сравнения, доза удобрения, мг/кг	
	контроль	510,0
Общий белок, г/л	51,64 ± 2,6	58,87 ± 1,4*
Мочевина, мкМоль/л	4,47 ± 0,3	4,48 ± 0,27
АСТ, моль/л	71,07 ± 3,26	69,13 ± 6,75
АЛТ, моль/л	279,60 ± 13,06	305,90 ± 16,47
Креатинин, мкМоль/л	91,17 ± 2,13	86,31 ± 5,47
Глюкоза, мМоль/л	4,57 ± 0,24	4,46 ± 0,29
* Статистически значимые различия с контролем при $p < 0,05$ .		

При анализе гематологических показателей крови белых крыс, подвергнутых 20-дневному воздействию препарата, выявлено статистически значимое увеличение эритроцитов на 10,5%. Содержание гемоглобина, тромбоцитов и лейкоцитов в опытной группе оставалось на уровне контроля (таблица 3).

Таблица 3. — Морфофункциональные показатели крови белых крыс при внутрижелудочном введении удобрения в подостром эксперименте,  $M \pm m$

Показатели, единицы измерения	Группы сравнения, доза удобрения, мг/кг	
	контроль	510,0
Эритроциты, $\times 10^{12}$ кл/л	6,64 ± 0,18	7,34 ± 0,11*
Гемоглобин, г/л	151,36 ± 3,87	145,32 ± 3,63
Тромбоциты, $\times 10^9$ кл/л	615,29 ± 18,93	654,45 ± 23,20
Лейкоциты, $\times 10^9$ кл/л	15,94 ± 1,26	18,70 ± 1,79
* Статистически значимые различия с контролем при $p < 0,05$ .		

Со стороны функциональных показателей состояния мочевыводящей системы у животных опытной группы отмечалось статистически значимое увеличение содержания мочевины в 1,48 раза в моче по сравнению с контрольной группой. Остальные показатели оставались без изменений (таблица 4).

Таблица 4. — Показатели функционального состояния почек белых крыс при внутрижелудочном введении удобрения в подостром эксперименте,  $M \pm m$

Показатели, единицы измерения	Группы сравнения, доза удобрения, мг/кг	
	контроль	510,0
Суточный диурез, мл	6,28 ± 0,97	6,68 ± 0,49
pH, ед.рН	7,05 ± 0,27	7,25 ± 0,43
Мочевина, мМоль/л	164,50 ± 5,79	243,40 ± 31,3*
Общий белок, г/л	1,67 ± 0,25	1,40 ± 0,07
Креатинин, мкМоль/л	3505,33 ± 130,07	3895,05 ± 183,31

\* Статистически значимые различия с контролем при  $p < 0,05$ .

Таким образом, в ходе изучения общетоксических и специфических свойств нового органоминерального удобрения установлено, что препарат не представляет опасности острого отравления при изученных путях поступления в организм, не обладает раздражающим действием при однократном контакте с неповрежденными кожными покровами и слизистыми оболочками глаза. В стандартных условиях моделирования и выявления сенсibilизации у белых мышей не вызывает формирования аллергических реакций. В условиях 20-дневного внутрижелудочного введения органоминерального удобрения в дозе 510,0 мг/кг отсутствие смертельных эффектов указывает на слабую кумулятивную активность препарата. Однако выявленные статистически значимые нарушения со стороны функционального состояния мочевыделительной системы свидетельствуют о способности удобрения вызывать подострые отравления общетоксического характера.

### Литература

1. Особенности определения эквивалентности генерических пестицидных продуктов / И.И. Ильюкова [и др.] // Здоровье и окружающая среда : сб. науч. тр. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. — Минск, 2016. — Вып. 26. — С. 225–228.
2. Токсичность масла ним в условиях однократного воздействия на лабораторных животных / В.А. Грынчак [и др.] // Сборник материалов международной научно-практической конференции «Здоровье и окружающая среда», Минск, 14–15 ноября 2019 г. / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Науч.-практ. центр гигиены; гл. ред. С.И. Сычик. — Минск : РНМБ, 2019. — С. 285–287.
3. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ : инструкция 1.1.11–12–35–2004 : утв. М-вом здравоохранения Респ. Беларусь 14 дек. 2004 г. № 131. — Минск, 2004. — 43 с.
4. Надлежащая лабораторная практика : ТКП 125–2008 : утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 28.03.2008 № 56. — Введ. 2008–05–01. — Минск, 2008. — 35 с.
5. Вредные вещества. Классификация и общие требования безопасности : ГОСТ 12.1.007–76. — Введ. 1977–01–01. — Минск : БелГИСС, 2008. — 8 с.

Поступила 09.11.2020

## ХИМИКО-АНАЛИТИЧЕСКИЕ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ ЭЛЕКТРОЛИЗНОГО НАТРИЯ ГИПОХЛОРИТА

Прошина Г.А., [proshina.galina@mail.ru](mailto:proshina.galina@mail.ru),  
Григорьева С.В.

Учреждение образования «Витебский государственный ордена Дружбы народов медицинский университет», г. Витебск, Республика Беларусь

В современной практике для дезинфекции чаще всего используются хлорактивные препараты органической и неорганической природы. Многие хлорактивные препараты имеют ряд недостатков, такие как недостаточная растворимость, способность раздражать слизистые оболочки глаз и верхних дыхательных путей, вызывать коррозию металлических поверхностей.

Хлорорганические соединения поступают через кожу, легкие и органы пищеварения, способны накапливаться в жировой ткани. Высокие концентрации могут вызвать острое отравление и нарушение деятельности печени, почек, нервной и сердечно-сосудистой систем [1].

Анализ современных дезинфицирующих средств показал, что в их состав кроме действующих веществ могут входить ингибиторы коррозии, красители, отдушки, стабилизаторы, загустители и др. Данные вещества могут быть чужеродными для организма человека и животных и также способны оказывать негативное воздействие.

Одним из способов получения натрия гипохлорита является электролиз водного раствора натрия хлорида. Полученные растворы натрия гипохлорита данным способом представляют собой экологически чистые и токсикологически безопасные хлорсодержащие дезинфектанты. Натрия гипохлорит способен проявлять сильную антибактериальную активность благодаря гипохлорит-иону и атомарному кислороду, образующемуся при его разложении. В современной медицинской практике растворы натрия гипохлорита в разной концентрации широко используют для лечения, а также для предстерилизационной обработки медицинского инструментария, дезинфекции аппаратуры, инвентаря, мебели, посуды и др.

Электролиз разбавленных водно-солевых растворов не является законченным технологическим процессом, поэтому возможно регулирование физико-химических свойств растворов с целью повышения их эффективности. Однако токсикологические свойства полученных электролизных растворов окончательно не изучены.

Цель работы: изучить химико-аналитические и токсикологические показатели электролизного натрия гипохлорита.

Раствор натрия гипохлорита получали в бездиафрагменном электролизере типа «Аквамед 03МБ» (производство ЧНПУП «Акваприбор», г. Гомель) из водного раствора натрия хлорида. Электролиз осуществлялся на биполярных титановых электродах, подключенных к источнику постоянного тока.

Было выполнено 2 серии опытов. В первой серии в трех группах опытов изучали химико-аналитические показатели электролизного раствора натрия гипохлорита.

В первой группе первой серии опытов растворы натрия гипохлорита были получены из исходного водного раствора натрия хлорида с концентрацией 3% при силе тока 70А в течение 1, 2, 3 и 4 ч. Объем исходного водного раствора составил 115 дм<sup>3</sup>. Во второй группе опытов для получения раствора натрия гипохлорита подвергали электролизу в течение 3 ч 115 дм<sup>3</sup> водного раствора натрия хлорида с содержанием соли 30 и 40 г/дм<sup>3</sup>. Сила тока составила 66 А. В третьей группе опытов электролизные растворы натрия гипохлорита получали из 3%-го водного раствора натрия хлорида объемом 115 дм<sup>3</sup> в течение 4 часов электролиза при силе тока 60, 70 и 78 А.

В полученных растворах натрия гипохлорита определяли химико-аналитические показатели: водородный показатель (далее — рН) на иономере И-160МП и содержание активного хлора (С<sub>ак</sub>, мг/дм<sup>3</sup>) методом йодометрического титрования [2].

Токсикологические показатели безопасности растворов натрия гипохлорита изучали в 2 группах второй серии опытов. Исследования проводились на лабораторных животных (нелинейные белые крысы). На установке изготавливали раствор натрия гипохлорита. В результате электролиза 3%-го водного раствора натрия хлорида при силе тока 70 А объемом 115 дм<sup>3</sup> в течение 3 ч получали раствор натрия гипохлорита с рН 9,15 и с С<sub>ак</sub> 8865 мг/дм<sup>3</sup>. Контролем служил 3%-й водный раствор натрия хлорида. В 1-й группе второй серии опытов определяли органолептические параметры (запах и прозрачность) электролизного натрия гипохлорита [3].

Во 2-й группе второй серии опытов изучали токсичность раствора. Для исследования брали 6 половозрелых белых крыс мужского пола массой 240–260 г, которым однократно в желудок с помощью иглы-зонда вводили свежеприготовленный раствор натрия гипохлорита в объемах 5,0 см<sup>3</sup> / 200 г массы тела. Подопытных животных наблюдали в течение 14 дней после введения растворов, визуально оценивали общее состояние животных, клинические симптомы интоксикации и регистрировали возможную гибель. Крысам в контрольной группе (6 крыс) вводили 3%-й раствор натрия хлорида.

В 3-й группе опытов изучали местно-раздражающие и кожно-резорбтивные свойства раствора натрия гипохлорита путем 20-кратного погружения 2/3 хвостов белых крыс по 4 ч в сутки. У подопытных животных через 4 часа после аппликации и смыва остатков растворов оценивали местно-раздражающие свойства по функциональному состоянию кожи (оценке степени эритемы и отека кожи) и кожно-резорбтивные свойства по симптомам интоксикации [4]. С целью иссле-

дования брали 6 половозрелых белых крыс мужского пола массой 240–260 г. Контрольной группе животных (6 крыс) производили 20-кратное погружение  $\frac{2}{3}$  хвостов по 4 ч в сутки в 3%-ный раствор натрия хлорида.

Обработку данных реализовывали на персональном компьютере с помощью пакета статистических и графических программ MS Excel.

#### Обсуждение результатов

В первой группе первой серии опытов одночасовой электролиз водного раствора натрия хлорида с концентрацией 3% при силе тока 70 А объемом 115 дм<sup>3</sup> обусловил получение раствора натрия гипохлорита с рН  $9,087 \pm 0,0045$  и  $C_{ax}$   $3,58 \pm 0,051$  г/дм<sup>3</sup>. В случае электролиза исходного водного раствора натрия хлорида в течение 2 ч раствор натрия гипохлорита имел  $C_{ax}$  и рН выше в 1,86 раза и на 0,004 соответственно, чем у натрия гипохлорита, полученного при электролизе в течение 1 часа.

После 3 и 4 ч электролиза исходного раствора в полученных растворах натрия гипохлорита произошло повышение рН на 0,043 и 0,114 соответственно,  $C_{ax}$  — в 2,39 и 2,63 раза соответственно по сравнению с раствором, который получали из раствора натрия хлорида при 1 ч электролиза (таблица 1).

Таблица 1. — Химико-аналитические показатели раствора натрия гипохлорита в зависимости от времени электролиза

Время электролиза, ч	рН	$C_{ax}$ , г/дм <sup>3</sup>
1	$9,087 \pm 0,0045$	$3,58 \pm 0,051$
2	$9,091 \pm 0,0021$	$6,65 \pm 0,089$
3	$9,13 \pm 0,0021$	$8,57 \pm 0,051$
4	$9,201 \pm 0,0036$	$9,43 \pm 0,22$

Увеличение времени электролиза исходного 3%-го водного раствора натрия хлорида при силе тока 70 А до 4 ч в процессе получения раствора натрия гипохлорита сместило рН на 0,114 (зависимость вида  $y = 0,0381x + 9,032$ ,  $R^2 = 0,866$ ), привело к повышению  $C_{ax}$  в 2,63 раза (зависимость вида  $y = 1,947x + 2,19$ ,  $R^2 = 0,9395$ ).

При электролизе 3%-го водного раствора натрия хлорида (сила тока 70 А) между временем электролиза и рН, а также между  $C_{ax}$  полученного раствора натрия гипохлорита выявлена сильная прямая корреляционная зависимость ( $r_{xy} = 0,93$ ,  $r_{yx} = 0,97$  соответственно).

Анализ полученных данных показал, что для получения растворов натрия гипохлорита с оптимальными показателями рН и  $C_{ax}$  достаточно 3 ч электролиза для водных растворов с содержанием натрия хлорида 30 и 40 г/дм<sup>3</sup>.

Во второй группе первой серии опытов полученный раствор натрия гипохлорита при электролизе исходного водного раствора натрия хлорида с содержанием соли 30 г/дм<sup>3</sup> (время электролиза 1 ч) имел рН  $8,95 \pm 0,068$  и  $C_{ax}$   $2,75 \pm 0,34$  г/дм<sup>3</sup>. Повышение времени электролиза до 2 ч увеличило  $C_{ax}$  в 1,81 раза, рН — на 0,19, до 3 ч — показало увеличение рН и  $C_{ax}$  на 0,26 и в 2,72 раза соответственно по сравнению с раствором натрия гипохлорита, полученным в течение 1 часа электролиза (таблица 2).

Таблица 2. — Химико-аналитические показатели раствора натрия гипохлорита при электролизе 3%-го водного раствора натрия хлорида

Время электролиза, ч	рН	$C_{ax}$ , г/дм <sup>3</sup>
1	$8,95 \pm 0,068$	$2,75 \pm 0,34$
2	$9,14 \pm 0,103$	$4,99 \pm 0,55$
3	$9,21 \pm 0,0599$	$7,47 \pm 0,36$

Растворы натрия гипохлорита после электролиза исходного водного раствора натрия хлорида с содержанием 40 г/дм<sup>3</sup> в течение 1 ч имели рН  $8,65 \pm 0,003$  и  $C_{ax}$   $3,05 \pm 0,054$  г/дм<sup>3</sup>. При увеличении времени электролиза до 2 ч и 3 ч  $C_{ax}$  стало выше в 1,71 и 2,52 раза соответственно, рН повысился на 0,14 и 0,28 соответственно по сравнению с раствором натрия гипохлорита, приготовленным в течение 1 ч (таблица 3).

Таблица 3. — Химико-аналитические показатели раствора натрия гипохлорита при электролизе 4 %-ного водного раствора натрия хлорида

Время электролиза, ч	pH	C <sub>ак</sub> , г/дм <sup>3</sup>
1	8,65±0,003	3,05±0,054
2	8,79±0,004	5,23±0,089
3	8,93±0,002	7,68±0,051

В третьей группе первой серии опытов раствор натрия гипохлорита, полученный из 3 %-го водного раствора натрия хлорида при силе тока 60 А в течение 4 ч, имел pH 9,16±0,003 и C<sub>ак</sub> 8,48±0,05. При увеличении силы тока до 70 А происходит повышение pH и C<sub>ак</sub> на 0,041 и в 1,11 раза по сравнению с раствором натрия гипохлорита, полученным при силе тока 60 А. При электролизе исходного водного раствора натрия хлорида при силе тока 78 А получили растворы натрия гипохлорита, у которых pH и C<sub>ак</sub> были выше на 0,02 и 1,15 раза в сравнении с раствором натрия гипохлорита после электролиза силой тока 60 А (таблица 4).

Повышение силы тока электролиза при получении электролизного раствора натрия гипохлорита с 60 до 78 А обусловило смещение pH раствора натрия гипохлорита в щелочную сторону на 0,02 (зависимость вида  $y=0,01x+9,1603, R^2=0,2379$ ), C<sub>ак</sub> повысилась в 1,15 раза (зависимость вида  $y=0,62x+7,97, R^2=0,9137$ ). Между силой тока и pH установлена прямая средняя корреляционная зависимость ( $r_{xy}=0,54$ ), а между силой тока и C<sub>ак</sub> — прямая сильная корреляционная зависимость ( $r_{xy}=0,97$ ).

Таблица 4. — Химико-аналитические показатели раствора натрия гипохлорита при электролизе 3 %-ного водного раствора натрия хлорида в течение 4 ч от силы тока

Сила тока, А	pH	C <sub>ак</sub> , г/дм <sup>3</sup>
60	9,16±0,004	8,48±0,051
70	9,201±0,004	9,43±0,22
78	9,18±0,068	9,72±0,14

Результаты изучения органолептических свойств раствора натрия гипохлорита в 1-й группе второй серии опытов показали, что полученный дезинфектант является прозрачным бесцветным раствором с сильным запахом хлора (5 баллов).

Результаты исследования токсичности и опасности электролизного дезинфицирующего раствора во 2-й группе второй серии опытов показали, что однократное внутрижелудочное введение раствора натрия гипохлорита с C<sub>ак</sub> 8865 мг/дм<sup>3</sup> подопытным крысам через 10–15 мин после воздействия приводило к легкому возбуждению животных, которое исчезало через 1,5–2 ч. На 2–14 дни наблюдения после введения растворов поведение, внешний вид, аппетит, ответная реакция на раздражение у всех подопытных животных не отличались от контроля. Рвота, учащение дыхания, тремор, судороги, параличи, гибель подопытных и контрольных животных в течение всего периода наблюдений не отмечались. При действии 3 %-го раствора натрия хлорида вышеперечисленных признаков у крыс не наблюдалось.

Результаты исследований в 3-й группе второй серии опытов свидетельствовали, что при однократном и длительном эпикутанном воздействии растворов натрия гипохлорита с C<sub>ак</sub> 8865 мг/дм<sup>3</sup> у всех белых крыс на протяжении всего эксперимента была выявлена эритема, но отек кожи отсутствовал (0 баллов). При воздействии 3 %-го раствора натрия хлорида эритема и отек кожи не выявлены у всех животных контрольной группы.

Необходимо отметить, что в условиях однократного и длительного эпикутанного воздействия электролизного раствора натрия гипохлорита с C<sub>ак</sub> 8865 мг/дм<sup>3</sup> у белых крыс опытной и контрольной групп на протяжении всего эксперимента симптомов интоксикации и летальных исходов выявлено не было, что свидетельствовало об отсутствии выраженного резорбтивного действия.

По результатам выполненных исследований сделаны следующие выводы. Увеличение времени электролиза до 4 ч, концентрации натрия хлорида в исходном растворе до 4 %, силы тока электролиза до 78 А способствует увеличению pH и C<sub>ак</sub> электролизного раствора натрия гипохлорита и приводит к получению дезинфицирующего раствора с оптимальными химико-аналитическими показателями.

Раствор натрия гипохлорита с содержанием активного хлора 8865 мг/дм<sup>3</sup> является безопасным.

## Литература

1. *Борушко, Н.В.* Санитарно-гигиенический контроль содержания пестицидов в пищевых продуктах : учеб.-метод. пособие / Н.В. Борушко, П.Г. Новиков, Н.Л. Бацукова. — Минск : БГМУ, 2017. — 39 с.
2. Средство дезинфицирующее «Гипохлорит натрия» : ТУ ВУ 600 122 610.005–2015. — Введ. 29.07.2015. — Минск : БелГИСС, 2015. — 10 с.
3. Государственная фармакопея Республики Беларусь : разработана на основе Европейской Фармакопеи : [в 3 т.] / М-во здравоохранения Респ. Беларусь, Центр экспертиз и испытаний в здравоохранении. — Минск : МПТК полиграфии, 2006. — Т. 1 : Общие методы контроля качества лекарственных средств : введ. с 1 янв. 2007 г. приказом М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 17 апр. 2006 г. № 277 / под общ. ред. Г.В. Годовальникова. — Минск : МПТК полиграфии, 2006. — 656 с.
4. Требования к постановке экспериментальных исследований для первичной токсикологической оценки и гигиенической регламентации веществ : инструкция 1.1.11–12–35–2004 : утв. постановлением Гл. гос. санитар. врача Респ. Беларусь 14.12.2004 № 131. — Минск, 2004. — 41 с.

Поступила 09.11.2020

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА АНТИГИПОКСИЧЕСКИХ СВОЙСТВ КОМПЛЕКСНОГО СОЕДИНЕНИЯ ОКСИМЕТИЛУРАЦИЛА С ЯНТАРНОЙ И ФУМАРОВОЙ КИСЛОТАМИ

<sup>1</sup>Репина Э. Ф., к. м. н., e.f.repina@bk.ru,

<sup>1</sup>Хуснутдинова Н. Ю., h-n-yu@yandex.ru,

<sup>1</sup>Тимашева Г. В., к. б. н., gulnara-vt60@yandex.ru,

<sup>2</sup>Гимадиева А. Р., к. х. н., alf\_gim@mail.ru,

<sup>1</sup>Каримов Д. О., к. м. н., karimovdo@gmail.com,

<sup>1</sup>Мухаммадиева Г. Ф., к. м. н., ufniimt@mail.ru

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

<sup>2</sup>Уфимский Институт химии, Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Уфимский федеральный исследовательский центр Российской академии наук», г. Уфа, Россия

Участвуя в процессе дыхания, кислород играет значительную роль в процессе обмена веществ. Для живых организмов дыхание является одним из основных процессов обмена веществ, в результате которого они удовлетворяют свою потребность в энергии. При недостаточном снабжении тканей организма кислородом или нарушении процессов его утилизации возникает кислородная недостаточность, гипоксия [1].

Многие патологические процессы в организме, в том числе индуцированные воздействием химических веществ и других неблагоприятных факторов, имеют в своей основе гипоксическое состояние [2]. В этой связи поиск новых антигипоксических средств представляется актуальной задачей.

Цель исследований: экспериментальная оценка антигипоксических свойств нового комплексного соединения оксиметилурацила с янтарной и фумаровой кислотами в сравнении с референтными препаратами.

Комплексное соединение 5-гидрокси-6-метилурацила (далее — ОМУ) с янтарной и фумаровой кислотами синтезировано в Уфимском Институте химии УФИЦ РАН. Структурная формула соединения и способ его получения были описаны нами ранее [3]. В качестве референтных препаратов использовали ОМУ, янтарную и фумаровую кислоты.

Модели острой гемической и гистотоксической гипоксий создавали по методике, описанной в литературе [4]. Исследования проводились на белых аутбредных мышцах-самцах (ФГУП «ПЛИЖ «Рап-полово») массой 18–20 г. Мышей в количестве 80 голов методом случайной выборки разделили на 10 групп и содержали в клетках по 8 особей при температуре воздуха  $21 \pm 1$  °С.

Комплексное соединение и референтные препараты вводили опытным мышам трехкратно с интервалом 30 минут в брюшную полость в виде 0,2%-го водно-твинового раствора в дозе 50 мг/кг,

последнее введение проводили за 20–30 минут до подкожного введения токсикантов (нитрит и нитропруссид натрия). Контрольным животным вводили 0,2 %-ный водно-твиновый раствор в аналогичном объеме. Антигипоксическую активность исследуемых препаратов оценивали по продолжительности жизни опытных и контрольных мышей. Статистическую оценку значимости различий между группами проводили с помощью t-критерия Стьюдента.

Содержание животных и проведение эксперимента осуществляли с соблюдением международных принципов Хельсинкской декларации о гуманном отношении к животным.

Результаты экспериментального моделирования представлены в таблицах 1 и 2.

Из представленных данных видно, что комплексное соединение ОМУ с янтарной и фумаровой кислотами в дозе 50 мг/кг массы тела статистически значимо увеличивает продолжительность жизни мышей после воздействия токсикантов. Так, по сравнению с контролем продолжительность жизни мышей на модели острой гемической гипоксии была больше в 1,58 раза, на модели острой гистотоксической гипоксии — больше в 1,47 раза, что свидетельствует о его антигипоксических свойствах.

Таблица 1. — Экспериментальная модель острой гемической гипоксии

Препараты	Доза, мг/кг	Продолжительность жизни животных	
		в минутах	в процентах
Контроль		16,14 ± 1,35	100,0
ОМУ с янтарной и фумаровой кислотами	50,0	25,57 ± 3,03*	158,0
ОМУ	50,0	13,40 ± 1,20	83,0
Янтарная кислота	50,0	20,14 ± 1,23*	125,0
Фумаровая кислота	50,0	20,71 ± 1,16*	128,0

\* Различие статистически значимо ( $p < 0,05$ ) по сравнению с контролем.

Таблица 2. — Экспериментальная модель острой гистотоксической гипоксии

Препараты	Доза, мг/кг	Продолжительность жизни животных	
		в минутах	в процентах
Контроль		25,00 ± 2,07	100,0
ОМУ с янтарной и фумаровой кислотами	50,0	36,80 ± 2,75**	147,0
ОМУ	50,0	38,10 ± 3,00*	152,4
Янтарная кислота	50,0	31,25 ± 4,71	125,0
Фумаровая кислота	50,0	45,00 ± 6,00**	180,0

\* Различие статистически значимо ( $p < 0,05$ ) по сравнению с контролем;  
 \*\* различие статистически значимо ( $p < 0,01$ ) по сравнению с контролем.

Из представленных данных видно, что комплексное соединение ОМУ с янтарной и фумаровой кислотами в дозе 50 мг/кг массы тела статистически значимо увеличивает продолжительность жизни мышей после воздействия токсикантов. Так, по сравнению с контролем продолжительность жизни мышей на модели острой гемической гипоксии была больше в 1,58 раза, на модели острой гистотоксической гипоксии — больше в 1,47 раза, что свидетельствует о его антигипоксических свойствах.

На модели острой гемической гипоксии референтный препарат ОМУ не проявил антигипоксической активности, у янтарной и фумаровой кислот антигипоксические свойства находились на одном уровне, но были выражены слабее, чем у изучаемого соединения.

На модели острой гистотоксической гипоксии и изучаемое соединение, и референтные препараты проявили примерно равные антигипоксические свойства.

Наиболее эффективной оказалась фумаровая кислота, наименее эффективной (статистически незначимо) — янтарная. Биологическая активность фумаровой кислоты, вероятно, связана с особенностями ее влияния на окислительное фосфорилирование в условиях глубокой гипоксии, а также возможностью обращения реакций в дикарбоновой части цикла Кребса (сукцинат — фумарат — малат) с превращением фумарата в сукцинат и его последующим накоплением. Восстановление фумарата в сукцинат сопровождается самостоятельным синтезом АТФ и способствует поддержанию окислительного фосфорилирования за счет пары НАД — ФАД [5].

Преимущество изучаемого соединения по сравнению с ОМУ, янтарной и fumarовой кислотами заключается в его антигипоксической активности на обеих экспериментальных моделях гипоксии.

Таким образом, комплексное соединение 5-гидрокси-6-метилурацила с янтарной и fumarовой кислотами, в отличие от референтных препаратов, обладает антигипоксической активностью на двух моделях гипоксии, особенно на модели гемической гипоксии.

Проведенные исследования свидетельствуют о целесообразности дальнейших исследований по поиску фармакологических средств на основе комплексных соединений производных пиримидина, повышающих устойчивость организма к гипоксии.

## Литература

1. Андрианов, А. Ю. Гипоксия критических состояний / А. Ю. Андрианов, В. Г. Базаров, Г. А. Рябов. — М. : Медицина. 2003. — 288 с.
2. Копцов, С. В. Современные аспекты применения антигипоксантов в медицине критических состояний / С. В. Копцов, А. Е. Вахрушев, Ю. В. Павлов // Новые Санкт-Петербургские врачебные ведомости. — 2002. — № 2. — С. 54–56.
3. Экспериментальная оценка гепатопротекторной активности новой композиции оксиметилурацила с карбоновыми кислотами / Э. Ф. Репина [и др.] // Гигиена и санитария. — 2019. — № 9. — С. 1004–1010.
4. Воронина, Т. А. Экспериментальная характеристика противогипоксических свойств ноотропных препаратов / Т. А. Воронина. — М. : Медицина, 1989. — С. 125–132.
5. Фармакологические подходы к разработке новой медицинской технологии повышения устойчивости к гипоксии / В. А. Мышкин [и др.] // Гигиенические и медико-профилактические технологии управления рисками здоровью населения в промышленно развитых регионах : материалы науч.-практ. конф. с междунар. участием, Пермь, 6–8 октября 2010 г. / М-во здравоохранения и соц. развития Российской Федерации [и др.]; под ред. Г. Г. Онищенко, Н. В. Зайцевой. — Пермь : Книжный формат, 2010. — С. 525–528.

Поступила 01.11.2020

## ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ РАСТВОРА ПРОТИВОГОЛОЛЕДНОГО МАТЕРИАЛА НА МИКРОФЛОРУ КИШЕЧНИКА КРЫС В ПОДОСТРОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Савостикова О. Н., [osavostikova@cspmtz.ru](mailto:osavostikova@cspmtz.ru),  
Водянова М. А., [mvodyanova@cspmtz.ru](mailto:mvodyanova@cspmtz.ru),  
Загайнова А. В., [azagaynova@cspmtz.ru](mailto:azagaynova@cspmtz.ru),  
Ушакова О. В., [oushakova@cspmtz.ru](mailto:oushakova@cspmtz.ru)

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Центр стратегического планирования и управления медико-биологическими рисками здоровью» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Москва, Россия

Применение противогололедных материалов (далее — ПГМ) в целях борьбы с гололедицей является главной мерой обеспечения безопасности на дорогах в зимний период, который в разных регионах России длится от 4 до 6 месяцев. Безусловно, данное действие необходимо, так как гололедица приводит к росту числа дорожно-транспортных происшествий на дорогах и увеличению количества травм у людей. Для данных целей используются ПГМ различного физико-химического состава: песок, техническая соль, мраморная крошка, хлорид натрия, хлористый кальций, антикоррозийный ингибитор и другие [1]. Однако необходимо отметить, что ПГМ могут влиять на здоровье человека при вдыхании (ингаляционный и пероральный путь) и кожном контакте (перкутанный). Степень потенциально вредного воздействия зависит от концентрации (дозы), продолжительности воздействия, частоты воздействия и индивидуальной восприимчивости к веществу [2]. Поэтому целью исследования явилась оценка влияния раствора ПГМ на микрофлору кишечника крыс в подостром (28-дневном) эксперименте при интраназальном введении.

*Объекты, методы.* Экспериментальные исследования на теплокровных животных проведены в период с 17 июня 2019 г. по 12 июля 2019 г. на крысах линии Wistar, самцах (Филиал «Андреевка» ФГБУН «НЦБМТ» ФМБА России) со средней массой тела к введению в эксперимент 200 г, диапазон колебания массы животных не превышал  $\pm 10\%$  от средней массы животных, что соответствует рекомендациям (Справочник. Физиологические, биохимические и биометрические показатели нормы экспериментальных животных. СПб.: Изд-во «ЛЕМА», 2013. — 116 с. ISBN 978–5–98709–619–2). Животных отбирали в случайном порядке и маркировали. Эксперимент проводили в соответствии с правилами, принятыми Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и иных целей (Европейская конвенция о защите позвоночных животных, используемых для экспериментов или в иных научных целях. Договор № 123. Страсбург, 18/03/1986. <https://www.coe.int/ru/web/conventions/full-list/-/conventions/treaty/123>), и с согласованием биоэтическим комитетом ФГБУ «ЦСП» Минздрава России. Животных содержали на стандартной диете в виварии учреждения в условиях свободного доступа к воде и пище. Подготовку рабочих растворов ПГМ проводили по следующей схеме: исходный раствор в концентрации 75 мл/л (в соответствии с инструкцией по применению данного ПГМ); исходный раствор разводили в 10 и 100 раз водопроводной водой. В составе исследуемого ПГМ в количественном отношении преобладающими элементами являются кальций ( $\text{Ca}^{2+}$  7,6%), натрий ( $\text{Na}^+$  3,2%) и хлор ( $\text{Cl}^-$  16,5%). Содержание других элементов, относящихся к щелочным и щелочноземельным металлам, незначительное: массовая доля  $\text{Mg}^{2+}$  — 0,01%. На долю тяжелых металлов (Zn, As, Cr, Ni, Cu, Cd, Pb) приходится менее 0,0001% (по массе).

Всего исследовали 4 группы животных по 10 крыс в каждой группе, методология проведения эксперимента антигололедного реагента основана на «Руководстве ОЭСР Test № 412: Subacute Inhalation Toxicity: 28-Day Study», метод введения исследуемых растворов интраназально, ежедневно: 1-я группа — контрольная, по 0,1 мл водопроводной воды; во 2-й группе по 0,1 мл рабочего раствора антигололедного реагента, данным раствором обрабатывают дороги для предотвращения образования гололеда; 3-я группа по 0,1 мл рабочего раствора, разведенного в 10 раз; 4-я группа по 0,1 мл рабочего раствора, разведенного в 100 раз. 3-я и 4-я группы имитировали естественное разведение, которое происходит при попадании рабочего раствора на проезжую часть при смешении со снегом и водой.

Интраназальное введение осуществлялось по 0,1 мл раствора в положении животного на спине, чтобы обеспечить полное попадание тестируемого раствора, без потерь, в соответствии с рекомендациями [3].

Изучение микрoэкологического ресурса, изменение или нарушение которого сопутствует развитию подавляющего большинства заболеваний [4, 5], проводили по методологии, разработанной и валидированной в лаборатории микробиологии и паразитологии ФГБУ «ЦСП» Минздрава России. Навеску 1 г кала вносили в пробирку на 15 мл. Добавляли 9 мл физиологического раствора. Гомогенизировали в течение 1 минуты на мини-центрифуге «Вортекс». Полученный гомогенизат — это исходное разведение 1 : 10 (I). В 8 маркированных пробирок разливали по 9 мл физиологического раствора. Из исходного разведения дозатором отбирали 1 мл и помещали во вторую пробирку с физиологическим раствором (разведение 1 : 100 = 10–1 (II)). Содержимое пробирки с разведением 1 : 100 = 10–1 (II) тщательно суспендировали, сменив наконечник, тем же наконечником и дозатором отбирали 1 мл пробы и помещали в третью пробирку с физиологическим раствором (разведение 1 : 1000 = 10–2 (III)). Манипуляции эти последовательно повторяли 4 раза до разведения 1 : 10 000 000 = 10–7 (VII).

Изучение влияния раствора ПГМ на изменение микрофлоры кишечника в пробах кала проводили на 28-й день. Виды микроорганизмов, выделенных из биообразцов, представлены в таблице 1. Они расположены по мере уменьшения вклада вида в биоразнообразие.

Таблица 1. — Виды микроорганизмов, выделенных из кала экспериментальных животных на 28-й день интраназального введения ПГМ

1-я группа — контрольная	2-я группа	3-я группа	4-я группа
Escherichia coli	Lactobacillus murinus	Lactobacillus murinus	Escherichia coli
Enterococcus faecium	Enterococcus faecium	Enterococcus faecium	Enterococcus faecium
Klebsiella pneumoniae	Escherichia coli	Bacillus cereus	Lactobacillus murinus

1-я группа – контрольная	2-я группа	3-я группа	4-я группа
<i>Enterococcus ratti</i>	<i>Bacillus cereus</i>	<i>Escherichia coli</i>	<i>Enterococcus hirae</i>
<i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Pseudomonas putida</i>	<i>Klebsiella variicola</i>	<i>Lactococcus garvieae</i>
<i>Lactobacillus murinus</i>	<i>Streptococcus hyointestinalis</i>	<i>Burkholderia cepacia</i>	<i>Proteus vulgaris</i>
<i>Bacillus cereus</i>	<i>Staphylococcus caprae</i>	<i>Lactococcus garvieae</i>	<i>Enterococcus gallinarum</i>
<i>Enterococcus gallinarum</i>	<i>Streptococcus caballi</i>	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Streptococcus vestibularis</i>
<i>Lactobacillus ruminus</i>	<i>Pediococcus pentosaceus</i>	<i>Candida krusei</i>	<i>Lactobacillus plantarum</i>
<i>Citrobacter freundii</i>	<i>Enterococcus hirae</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Lactobacillus brevis</i>
<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Candida krusei</i>	<i>Pseudomonas stutzeri</i>	<i>Candida krusei</i>
<i>Lactococcus garvieae</i>	<i>Proteus mirabilis</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
<i>Raoultella ornithinolytica</i>	<i>Pseudomonas veronii</i>	<i>Candida parapsilosis</i>	<i>Burkholderia anthina</i>
<i>Acinetobacter baumannii</i>	<i>Enterococcus faecalis</i>	<i>Pseudomonas veronii</i>	<i>Shewanella fidelis</i>
<i>Enterococcus hirae</i>	<i>Klebsiella pneumoniae</i>	<i>Streptococcus vestibularis</i>	<i>Mucor</i>
<i>Staphylococcus lutrae</i>	<i>Acinetobacter pittii</i>	<i>Staphylococcus simulans</i>	<i>Citrobacter braakii</i>
<i>Staphylococcus haemolyticus</i>	<i>Staphylococcus hominis</i>	<i>Candida catenulata</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>
<i>Bacillus flexus</i>	<i>Staphylococcus lutrae</i>	<i>Aeromonas jandaei</i>	<i>Pseudomonas putida</i>
<i>lactobacillus kefir</i>	<i>Candida kefir</i>	<i>Enterobacter cloacae</i>	<i>Aeromonas sobria</i>
<i>Lactobacillus pentosus</i>	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Acinetobacter radioresistens</i>	<i>Staphylococcus simulans</i>
<i>Candida krusei</i>	<i>Mucor</i>	<i>Staphylococcus epidermidis</i>	<i>Candida parapsilosis</i>
<i>Kazachstania telluris</i>	—	<i>Candida utilis</i>	<i>Candida tropicalis</i>
<i>Lactobacillus reuteri</i>	—	—	<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>
<i>Lactobacillus sakei</i>	—	—	—
<i>Pseudomonas stutzeri</i>	—	—	—
<i>Staphylococcus warneri</i>	—	—	—
<i>Candida albicans</i>	—	—	—
<i>Serratia rubidaea</i>	—	—	—
<i>Streptococcus australis</i>	—	—	—
<i>Candida tropicalis</i>	—	—	—
<i>Candida lambica</i>	—	—	—
<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	—	—	—
<i>Burkholderia cepacia</i>	—	—	—
<i>Staphylococcus cohnii</i>	—	—	—
<i>Staphylococcus capitis</i>	—	—	—
<i>Rhodotorula mucilaginosa</i>	—	—	—

В результате проведенного исследования кала крыс показано, что применение ПГМ приводит как к снижению микробного разнообразия, так и к изменению микробного пейзажа. Так, в контрольной группе животных выделено и идентифицировано 36 видов бактерий, а в экспериментальных группах от 21 до 23. При этом в контрольной группе и группе экспериментальных животных с тах. разведением основную биомассу — более 60 % — составили представители нормальной микрофлоры кишечника, такие как *Escherichia coli* и *Enterococcus faecium*, а в группах животных, получавших рабочий раствор ПГМ и его 10-кратное разведение, основную биомассу составили *Lactobacillus murinus* и *Enterococcus faecium*.

Полученные данные, учитывающие явное изменение видового состава кишечной микробиоты, а именно снижение видового разнообразия в экспериментальных группах, могут свидетельствовать об изменении иммунного статуса организма, поэтому необходимы дополнительные исследования, направленные на уточнение алергоопасности антигололедных реагентов.

## Литература

1. Проблема применения и оценки противогололедных препаратов в условиях мегаполисов / М. А. Водянова [и др.] // Современные проблемы науки и образования. — 2018. — № 5. — С. 53.
2. Environmentally Sensitive Sanding and Deicing Practices: Final Report / Prepared for the Colorado Transportation Institute and the Colorado Department of Transportation by the ESSD Research Group of the Department of Civil Engineering of the University of Colorado at Denver; N. Chang [et al.]. — Denver : Colorado Transportation Institute, 1994. — 208 p.
3. Возможные пути и объемы введения лекарственных средств лабораторным животным / И. Е. Макаренко [и др.] // Международный вестник ветеринарии. — 2013. — № 3. — С. 78–84.
4. Дисбактериозы желудочно-кишечного тракта / В. М. Бондаренко [и др.] // Рос. журнал гастроэнтерологии, гепатологии, колопроктологии. — 1999. — № 1. — С. 66–70.
5. Повышение эффективности терапевтического действия пробиотиков / Т. И. Карпунина [и др.] // Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунологии. — 1998. — № 2. — С. 104–107.

Поступила 12.11.2020

### ИЗУЧЕНИЕ АКТИВНОСТИ ИНДИКАТОРНЫХ ФЕРМЕНТОВ ПЕЧЕНИ В СЫВОРОТКЕ КРОВИ БЕЛЫХ АУТБРЕДНЫХ КРЫС ПРИ ПЕРОРАЛЬНОМ ВВЕДЕНИИ ХЛОРИДА КАДМИЯ В ХРОНИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

Смолянкин Д. А., *smolyankin.denis@yandex.ru*,  
Тимашева Г. В., к. б. н., доцент, *gulnara-vt60@yandex.ru*,  
Хуснутдинова Н. Ю., *husnutdinova.n76@gmail.com*,  
Байгильдин С. С., *baigildin.samat@gmail.com*,  
Репина Э. Ф., к. м. н., *elvirarepina9360@gmail.com*,  
Назарова Л. Ш., к. м. н., *lilinaz19@mail.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Кадмий (далее — Cd) является тяжелым металлом, который, как известно, обладает токсическим воздействием на живые организмы, в природе он не обнаружен в чистом виде [1]. Одним из путей попадания кадмия в организм человека и животных считается прием загрязненной пищи. Основным фактором профессионального воздействия Cd является вдыхание паров или пыли. Кадмий широко используется в промышленности в качестве антикоррозионного напыления, при нанесении покрытий на металлы, в производстве аккумуляторных батарей, сплавов, стабилизаторов и пигментов. Кроме того, в значительных количествах кадмий поглощается с сигаретным дымом, поэтому концентрация Cd в окружающей среде резко увеличилась [2]. Токсичность кадмия зависит от дозы, продолжительности и пути воздействия.

В работе Shati [3] было установлено гепатотоксическое действие кадмия, что приводит к формированию значительных изменений в биохимических показателях крови. Любое патологическое состояние связано с нарушением метаболических процессов на уровне клетки и субклеточных структур. Биохимические показатели сыворотки крови позволяют судить о состоянии обмена веществ и оценить степень влияния хронической интоксикации кадмием. Раннее обнаружение метаболических изменений имеет важное значение для правильного и эффективного контроля повреждения организма, вызванного ксенобиотиком.

В настоящее время для диагностики функционального состояния печени наиболее широко используется определение активности аспартатаминотрансферазы (далее — АСТ) и аланинаминотрансферазы (далее — АЛТ). Активность аминотрансфераз сыворотки крови является чувствительным маркером повреждения клеток печени, вызванного лекарственными препаратами и гепатотоксичными веществами.

Щелочная фосфатаза (далее — ЩФ) — индикаторный фермент холестаза, применяемый для изучения метаболизма и функционального состояния печени. Изменение активности ЩФ указывает на мембраноповреждающий эффект гепатотоксиканта.

В связи с этим целью нашего исследования явилась оценка изменений активности аминотрансфераз (аспартат- и аланинаминотрансферазы), щелочной фосфатазы в сыворотке крови экспериментальных животных при хронической интоксикации хлоридом кадмия.

Содержание и манипуляции над лабораторными животными проводились в соответствии с правилами, установленными «Европейской конвенцией по защите позвоночных животных, используемых для экспериментальных и других научных целей» (Strasbourg, 1986).

В качестве объекта исследования использовали белых лабораторных крыс с массой тела 175–295 г ( $n=40$ ). Животные содержались в стандартных условиях вивария с постоянной комнатной температурой (20–25 °С), уровнем влажности (30–70%) и 12-часовым искусственным освещением (с 08:00 до 20:00). В начале исследования крысы были разделены на 4 экспериментальные группы по 10 особей (5 самцов и 5 самок) в каждой. В течение 3 месяцев ежедневно подопытным животным перорально вводили водный раствор хлорида кадмия. Дозу вводимого токсиканта рассчитывали исходя из допустимого недельного потребления Cd, определенного ВОЗ и комитетом экспертов по пищевым добавкам. 1-я группа животных получала водный раствор хлорида кадмия в дозе 0,001 мг/кг; 2-й группе соответствовала доза 0,01 мг/кг; 3-й группе — доза 0,1 мг/кг. Животным контрольной группы вводили эквивалентное количество дистиллированной воды. После 3 месяцев заправки все животные проходили стадию восстановления продолжительностью 1 месяц. Крысы имели свободный доступ к корму и питьевой воде в течение суток, пероральные манипуляции были прекращены. Животные выводились из эксперимента путем эвтаназии с помощью углекислого газа с последующей декапитацией.

Для проведения биохимических исследований использовали сыворотку крови экспериментальных животных. На фотометре лабораторном медицинском Stat Fax 3300 (Awareness Technology, США) определяли активность АСТ, АЛТ и ЩФ кинетическими методами с использованием клинических тест-наборов и контрольных материалов производства ООО «Вектор-Бест» (г. Новосибирск, РФ) в соответствии с инструкциями производителя.

Полученные экспериментальные данные обрабатывали статистически с помощью пакетов анализа данных программы IBM SPSS Statistics 21 (IBM, USA), с использованием однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Различия считались достоверными при вероятности ошибки  $p < 0,05$ .

Результаты биохимических исследований показали, что при пероральном введении  $CdCl_2$  в дозе 0,001 мг/кг экспериментальным животным наблюдалось достоверное повышение активности АСТ на 58,8% ( $p < 0,01$ ). В группах, получавших интрагастрально хлорид кадмия в дозах 0,01 мг/кг и 0,1 мг/кг, было отмечено увеличение активности фермента на 28,4% и 27,5% соответственно относительно контроля. При анализе средних значений уровня активности АСТ во всех группах отмечены достоверные различия ( $F=4,7$ ;  $p=0,007$ ) (рисунок 1).

Повреждение гепатоцитов под влиянием  $CdCl_2$  подтверждалось повышением активности АЛТ в 1-й и 2-й группах. В 1-й группе животных регистрировали увеличение активности фермента на 20,2%; во 2-й группе повышение составило 13,1% относительно контроля. Для животных 3-й группы, которые получали внутривенно хлорид кадмия в дозе 0,1 мг/кг, была отмечена тенденция к понижению активности АЛТ, что, возможно, свидетельствует о более глубоком повреждении клеток печени.

При анализе средних значений активности щелочной фосфатазы в экспериментальных группах показаны достоверные различия ( $F=8,9$ ;  $p=0,001$ ). Выявлено статистически достоверное понижение активности фермента во 2-й и 3-й опытных группах животных относительно контроля на 26,5% ( $p \leq 0,05$ ) и 48,6% ( $p < 0,001$ ) (рисунок 2).

Кроме того, определялось достоверное снижение активности ЩФ на 39,0% ( $p < 0,01$ ) в 3-й группе крыс относительно животных 1-й группы. Ингибирование активности ЩФ у крыс трех экспериментальных групп, получавших  $CdCl_2$ , может быть связано с изменениями проницаемости плазматической мембраны в дополнение к нарушению баланса между синтезом и деградацией фермента.

Выявленные отклонения основных биохимических показателей печеночных повреждений (АСТ, АЛТ, ЩФ) служат достоверным аргументом, характеризующим кадмий как гепатотоксикант. Предполагается, что гепатотоксичность Cd осуществляется двумя способами: с одной стороны, возникновением воспаления, с другой — прямым повреждающим действием кадмия на клетки печени. Политропное токсическое действие на организм тяжелого металла, в том числе повреждение гепатоцитов, индуцированное кадмием, требует дальнейших исследований.

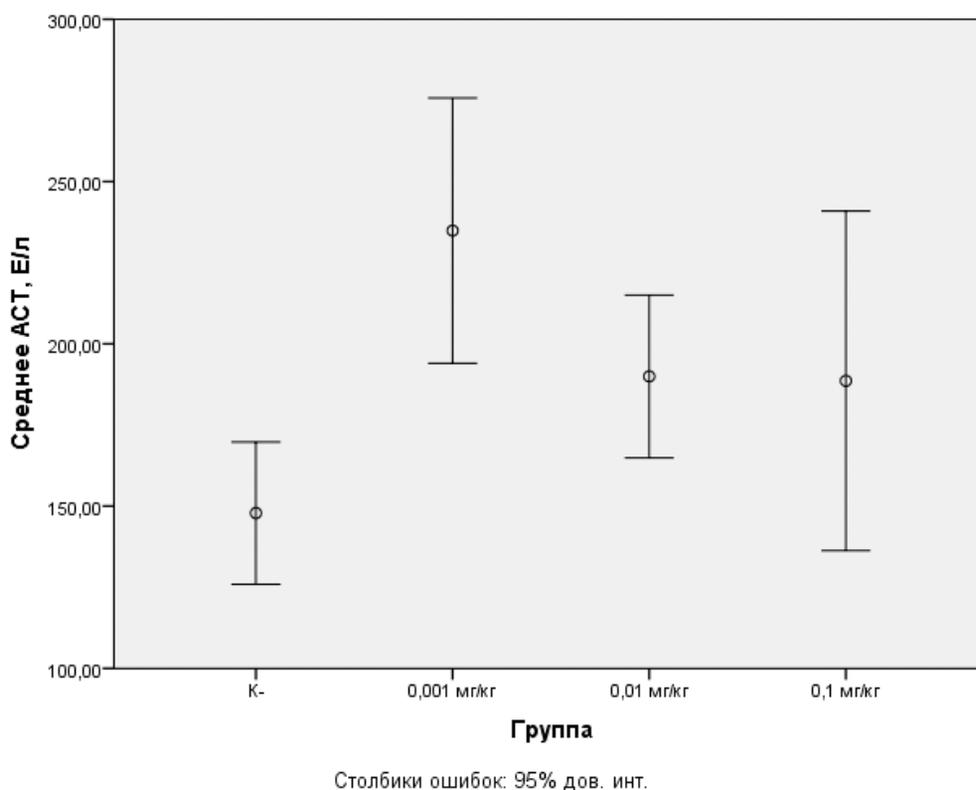


Рисунок 1. — Зависимость изменения активности АСТ от дозы хлорида кадмия

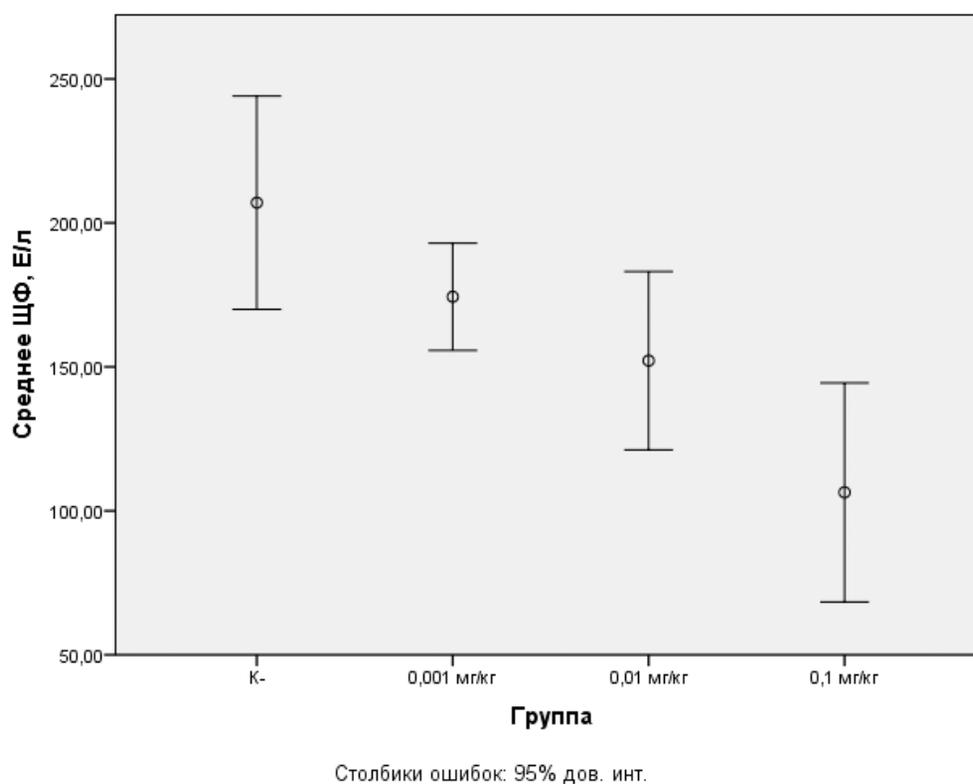


Рисунок 2. — Зависимость изменения активности ЩФ от дозы хлорида кадмия

## Литература

1. Influence of Nacetylcysteine on renal toxicity of cadmium in rats / M. Kaplan [et al.] // *Pediatr. Nephrol.* — 2008. — Vol. 23. — P. 233–241.
2. Effect of *Physalis peruviana* L. on cadmium-induced testicular toxicity in rats / M. S. Othman [et al.] // *Biol Trace Elem Res.* — 2014. — Vol. 159. — P. 278–287.
3. *Shati, A. A.* Effects of *Origanum majorana* L. on cadmium induced hepatotoxicity and nephrotoxicity in albino rats / *A. A. Shati* // *Saudi medical journal.* — 2011. — Vol. 32, № 8. — P. 797–805.

Поступила 02.11.2020

## ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ОЦЕНКА ПРИМЕНЕНИЯ ПРЕПАРАТА «МЕКСИДОЛ» ПРИ ОСТРОМ ТОКСИЧЕСКОМ ПОВРЕЖДЕНИИ ПЕЧЕНИ

*Тимашева Г. В., к. б. н., доцент, gulnara-vt60@yandex.ru,*  
*Репина Э. Ф., к. м. н., e.f.repina@bk.ru,*  
*Хуснутдинова Н. Ю., h-n-yu@yandex.ru,*  
*Каримов Д. О., к. м. н., karimovdo@gmail.com,*  
*Смолянкин Д. А., Smolyankin.denis@yandex.ru,*  
*Байгильдин С. С., baigildin.samat@yandex.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Печень играет важнейшую роль в поддержании постоянства внутренней среды организма. Одной из важнейших проблем гепатологии являются алкогольные поражения печени. В настоящее время алкоголизм остается серьезной медицинской и социальной проблемой. При систематическом употреблении алкоголя происходят метаболические нарушения крови, выражающиеся в энзимологических изменениях, развиваются вторичный иммунодефицит, хронический гепатит и, наконец, цирроз печени [1]. В работах других авторов [2] также было обнаружено, что при алкогольном поражении в печени формировались гипоксические явления, в результате которых развивался дефицит энергии, приводящий к нарушению функции гепатоцитов.

Как известно, токсическое действие на печень могут оказывать и лекарственные препараты. В современных условиях, вызванных пандемией вирусной инфекции COVID-19, значительно возросло применение парацетамола. В исследованиях было показано, что, несмотря на безопасность парацетамола в терапевтических дозах, частота гепатотоксичности в последнее время увеличивается. Гепатотоксичность препарата развивается либо после преднамеренной передозировки, либо вследствие непреднамеренного проглатывания (терапевтического несчастного случая) на фоне нескольких факторов, таких как одновременное употребление алкоголя и некоторых лекарств, которые способствовали образованию реактивных и токсических метаболитов [3].

В сложившейся ситуации является актуальной оценка применения гепатопротекторных препаратов при острой интоксикации парацетамолом и алкогольном поражении печени. К препаратам метаболического действия, сочетающим антиоксидантную и противогипоксическую активность, положительно зарекомендовавшим себя в клинике, относят «Мексидол» — этилметилгидроксипиридина сукцинат (международные непатентованные названия), который обладает гепатопротекторными, детоксикационными и мембранопротекторными свойствами.

Целью работы было исследовать корректирующее влияние препарата «Мексидол» в экспериментальных моделях острого токсического воздействия парацетамола и этанола.

Эксперименты выполнены на белых аутбредных крысах-самцах с массой тела 200–220 г, которые получали сухой сбалансированный комбикорм «Чара» производства ООО «МультиТорг» (Россия). Воду животные получали без ограничений. Все исследования проводились с соблюдением принципов, изложенных в Европейской конвенции (г. Страсбург, Франция, 1986), и согласно правилам лабораторной практики РФ (приказ МЗ РФ № 267 от 19.06.2003 г.).

При моделировании токсического повреждения печени животным опытных групп однократно внутрижелудочно вводили парацетамол, приготовленный на 1%-м растворе крахмала из расчета 1 г/кг массы тела или перорально вводили 40%-й раствор этанола из расчета 4 г/кг массы тела. Кры-

сам в контрольной группе вводили эквивалентное количество дистиллированной воды. Корректирующее действие после интоксикации парацетамолом и алкоголем проводили известным препаратом «Мексидол», который вводили внутривенно в дозе 50 мг/кг, по 2 схемам: через 1 и 24 часа или через 1, 24, 48 и 72 часа после токсиканта. Все животные были разделены на группы по 7 особей в каждой: 1-я группа — контроль по парацетамолу, 2-я А группа получала парацетамол (забой через 24 часа), 2-я Б группа получала парацетамол (забой через 72 часа), 3-я А группа — парацетамол + «Мексидол» (через 1 и 24 часа после токсиканта), 3-я Б группа — парацетамол + «Мексидол» (через 1, 24, 48, 72 после токсиканта), 4-я — контроль по этанолу, 5-я А группа — этанол (забой через 24 часа), 5-я Б группа — этанол (забой через 72 часа), 6-я А группа — этанол + «Мексидол» (через 1 и 24 часа после токсиканта), 6-я Б группа — этанол (через 1, 24, 48, 72 после токсиканта). Животных выводили из эксперимента путем декапитации через 1 час после последнего введения «Мексидола».

В сыворотке крови лабораторных животных определяли биохимические показатели, отражающие метаболические процессы в печени: активность аланинаминотрансферазы (далее — АЛТ), аспартатаминотрансферазы (далее — АСТ), лактатдегидрогеназы (далее — ЛДГ), щелочной фосфатазы (далее — ЩФ), показатели липидного (содержание холестерина и триглицеридов) и белкового обменов (уровень общего белка, альбумины и фракции глобулинов ( $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ), содержание мочевой кислоты с использованием клинических тест-наборов и контрольных материалов производства ООО «Вектор-Бест» на биохимическом полуавтоматическом анализаторе Stat Fax 330» (Awareness Technology, США). Белковые фракции исследовали методом электрофореза сыворотки крови [4].

Обработка результатов анализов выполнена с использованием пакета прикладных программ Statistica for Windows с использованием критериев Стьюдента, Манна–Уитни, Бонферрони. Различия признавали достоверными при уровне значимости  $p < 0,05$ .

*Результаты.* После введения парацетамола через 24 часа определялись признаки синдромов цитолиза и холестаза, что проявлялось в повышении активности ферментов печени АСТ, АЛТ лактатдегидрогеназы, щелочной фосфатазы (таблица 1). При этом повышение активности АЛТ на 19,9% и ЩФ на 59,7% было статистически значимым по сравнению с животными группы контроля ( $p = 0,003$ ;  $p = 0,001$ ). Выявлялось понижение содержания белка, альбуминов, коэффициента отношения альбуминов к глобулинам, повышение  $\alpha_1$ - и  $\alpha_2$ -глобулиновых фракций в сыворотке крови по сравнению с животными контрольной группы.

Таблица 1. — Изменения биохимических показателей у животных при воздействии парацетамолом и коррекции препаратом «Мексидол»

Показатели	Группы животных				
	Контроль	Парацетамол 24 часа	Парацетамол 72 часа	Парацетамол + «Мексидол» 24	Парацетамол + «Мексидол» 72
	1А	2А	2Б	3А	3Б
АСТ, Е/л	195,8±10,9	209,53±4,73	232,16±8,43*	194,49±7,49	196,24±8,10
АЛТ, Е/л	52,64±2,01	62,91±9,40*	72,51±3,25*	69,24±3,90**	63,20±1,79**
ЛДГ, Е/л	2162,4±100,7	2212,0±164,1	2506,1±168,7*	2591,1±107,3	2277,5±137,8
Щелочная фосфатаза, Е/л	308,8±15,9	493,11±36,2*	333,7±31,3	455,9±29,3	352,7±35,9**
Холестерин, ммоль/л	2,19±0,12	2,40±0,12	2,65±0,11*	2,22±0,12	2,31±0,09
Триглицериды, ммоль/л	0,88±0,06	1,12±0,08	1,21±0,16	1,17±0,05	1,08±0,07
Мочевая кислота, моль/л	123,9±3,29	117,71±7,78	124,259±4,57	124,74±2,88	109,1±4,25
Общий белок, г/л	72,4±0,67	61,0±2,9*	60,2±2,02*	62,51±1,88	61,75±0,85*
Альбумин, %	45,2±0,5	44,06±0,60	44,7±1,04	46,2±0,53	39,5±0,24**
$\alpha_1$ -глобулин, %	14,23±0,83	16,00±0,73	10,64±0,17	12,58±0,58	12,97±0,43
$\alpha_2$ -глобулин, %	8,89±0,44	9,40±0,44*	13,56±0,71*	10,75±0,42	12,93±0,61**
$\beta$ -глобулин, %	16,83±0,36	15,78±0,76	15,86±0,56	15,77±0,50	15,98±0,36
$\gamma$ -глобулин, %	14,52±0,58	14,76±0,52	15,24±1,15	11,42±0,27	14,39±0,53
Отношение альбумины / глобулины	0,83±0,02	0,79±0,02	0,81±0,03	0,86±0,02	0,78±0,02

\* Статистически достоверная разница между животными групп 1А и 2А, 2Б ( $p < 0,05$ );  
\*\* статистически достоверная разница между животными групп 2А и 3А, 2Б и 3Б ( $p < 0,05$ ).

Через 72 часа после воздействия парацетамолом выраженность процессов цитолиза нарастала, и увеличение активности АЛТ составляло 37,8 % ( $p=0,005$ ) по сравнению с контрольной группой, АСТ на 18,6 % и ЛДГ на 15,9 % ( $p=0,005$ ). В сыворотке крови животных после воздействия парацетамола определялось повышение уровня холестерина на 21 % ( $p<0,05$ ), триглицеридов на 33 % ( $p<0,01$ ). Зарегистрировано понижение уровня общего белка на 16,6 % ( $p<0,05$ ), изменение альбумино-глобулиновых соотношений в сыворотке крови животных данной группы: снижение процентного уровня альбуминов и повышение фракции глобулинов, что характеризовало нарушения печеночного метаболизма.

После введения «Мексидола» дважды (через 1 и 24 ч) на фоне воздействия парацетамолом отмечалась тенденция восстановления активности АСТ, отмечали нормализацию уровня холестерина и мочевой кислоты (таблица 1). После 4-кратного введения препарата «Мексидол» происходило восстановление практически до уровня контрольной группы активности АСТ и ЛДГ, также показателей липидного профиля сыворотки крови — уровня триглицеридов и холестерина. Определялось снижение активности АЛТ на 12,8 % по сравнению с опытной группой (2Б).

При введении этанола в дозе 50 мг/кг через 24 и 72 часа у опытных животных обнаруживалась гипопроотеинемия и дислипидемия, что проявлялось в устойчивом снижении уровня белка ( $p=0,001$ ) и холестерина ( $p=0,034$ ), повышении уровня триглицеридов ( $p=0,002$ ) по сравнению с контрольной группой (таблица 2). Снижение уровня белка характеризовало нарушение белково-синтетической функции печени. Обнаруженные изменения липидного обмена, вероятно, являлись компенсаторной реакцией на нарушения биоэнергетических механизмов, развивающихся при отравлении этанолом. Эти изменения согласуются с выводами ряда авторов о патогенетических механизмах алкогольной интоксикации [5]. Обнаружены изменения активности ферментов: через 24 часа воздействия этанола — гиперферментемии ЛДГ и щелочной фосфатазы, через 72 часа — снижение активности ЩФ на 37,8 % ( $p=0,004$ ), АСТ и АЛТ на 12,4 % и 9,6 % соответственно по сравнению с контролем. Изменения активности ферментов были отражением адаптивных процессов и метаболических изменений. Следует отметить, что изменений содержания мочевой кислоты в сыворотке опытных животных не было обнаружено в обеих сериях эксперимента.

После применения «Мексидола» через 24 и 72 часа установлена тенденция к нормализации ряда исследуемых биохимических показателей: уровня белка, холестерина и триглицеридов, что характеризует восстановление функционального состояния печени опытных животных.

Таблица 2. — Изменения биохимических показателей у животных при воздействии этанолом и коррекции препаратом «Мексидол»

Показатели	Группы животных				
	Контроль	Этанол 24 часа	Этанол 72 часа	Этанол + «Мексидол» 24 часа	Этанол + «Мексидол» 72 часа
	4	5А	5Б	6А	6Б
АСТ, Е/л	185,23±3,23	174,39±10,36	162,4±9,8	178,81±13,4	167,86±9,9
АЛТ, Е/л	52,64±2,01	50,46±2,05	47,56±2,00	45,10±3,24	36,69±3,30
ЛДГ, Е/л	2162,4±100,4	2380,57±292,3	2201,43±173,6	1455,37±105,3	1536,04±203,4
Щелочная фосфатаза, Е/л	308,8±15,9	364,43±12,7*	270,47±8,16*	502,57±58,9	285,56±30,79
Холестерин, ммоль/л	2,19±0,12	1,55±0,14*	1,84±0,08*	2,22±0,16**	1,74±0,09
Триглицериды, ммоль/л	0,70±0,09	1,29±0,15*	1,49±0,20*	1,08±0,23	1,02±0,19
Мочевая кислота, моль/л	123,9±3,29	133,69±3,26	133,40±5,44	124,74±2,88	109,1±4,25
Общий белок, г/л	70,7±0,75	57,33±1,28*	52,31±2,02*	63,74±2,1	63,87±2,7
* Статистически достоверная разница между животными групп 4 и 5А, 5Б ( $p<0,05$ ); ** статистически достоверная разница между животными групп 5А и 6А, 5Б и 6Б ( $p<0,05$ ).					

Таким образом, коррекция «Мексидолом» после острого воздействия парацетамолом или алкоголем приводила к восстановлению ферментативной активности печеночной клетки и показателей липидного метаболизма, что характеризует механизм действия препарата, основанный на его мембранопротекторных свойствах. После применения «Мексидола» наблюдали нормализацию белково-синтезирующей функции печеночной клетки, подтверждающую гепатопротекторное влияние препарата. Эти результаты свидетельствуют о целесообразности использования гепатопротекторов при ранних сроках воздействия парацетамола и этанола.

## Литература

1. Хроническая интоксикация этанолом: метаболические изменения, коррекция нарушений / А.И. Конопля [и др.] // Токсикологический вестник. — 2015. — № 5. — С. 25–30.
2. Биохимия и алкоголизм (I): метаболические процессы при алкоголизме / И.М. Рослый [и др.] // Вопросы наркологии. — 2004. — № 2. — С. 70–77.
3. About Paracetamol Again / E. Hazai [et al.] // Orv Hetil. — 2001. — Vol. 142, iss. 7. — P. 345–390.
4. Камышников, В. С. Справочник по клинико-биохимическим исследованиям и лабораторной диагностике / В. С. Камышников. — М. : МЕДпресс-информ, 2009. — С. 889.
5. Влияние частично гидрированных пиридинов, производных цианотиоацетамида на показатели крови крыс с сочетанным парацетамольно-алкогольным поражением печени / Е.Ю. Бибик [и др.] // Кубанский научный медицинский вестник. — 2019. — Т. 26, № 2. — С. 106–114.

Поступила 02.11.2020

## ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА БЕЗОПАСНОСТИ ИНЪЕКЦИОННЫХ ШПРИЦЕВ

*Харченко Т. Ф., к. м. н., ktf.medved@gmail.com,  
Исаева С. С., к. х. н.,  
Харченко О. А., к. м. н.,  
Строй А. Н., к. м. н.,  
Головащенко А. В.,  
Хомак С. А.,  
Бойко Н. И.,  
Хилькевич Т. В., к. б. н.,  
Корниец Е. И.*

Государственное предприятие «Научный центр превентивной токсикологии пищевой и химической безопасности имени академика Л.И. Медведя Министерства здравоохранения Украины», г. Киев, Украина

Среди изделий медицинского назначения одно из ведущих мест по объему применения занимают изделия одноразового использования, которые контактируют с кровеносным руслом и служат в качестве проводника для внедрения в кровеносную систему (шприцы инъекционные, наборы для введения растворов, наборы для забора и переливания крови, внутривенные катетеры и тому подобное). Для их изготовления используются полимерные материалы, такие как полиэтилен, полипропилен, поливинилхлоридный пластикат, полиметилметакрилат, полистирол, полиэфир, полиамид, фторопласт, латекс, медицинская резина и другие.

Данные литературы свидетельствуют, что при использовании изделий из полимерных материалов в медицинской практике возникает опасность одновременной миграции из них целого ряда химических соединений и, как следствие, их комбинированного действия, что может вызвать негативное воздействие на организм человека [1–4].

В Украине при проведении токсиколого-гигиенической оценки опасности/безопасности изделий медицинского назначения руководствуются требованиями ДСТУ ISO 10993–1:2015 «Биологическая оценка медицинских изделий. Часть 1. Оценка и тестирование в рамках процесса управления рисками» (ISO 10993–1:1997, IDT).

Целями настоящей работы явились определение риска применения и оценка безопасности шприцев инъекционных однократного применения для здоровья человека.

Для достижения поставленной цели решались следующие вопросы:

- обоснование спектра факторов потенциального биологического риска применения шприцев инъекционных однократного применения;
- изучение показателей безопасности шприцев инъекционных однократного применения.

Согласно требованиям ДСТУ ГОСТ 4388:2005 «Классификации в зависимости от потенциального риска применения. Общие требования» шприцы инъекционные однократного применения стерильные относятся ко IIa классу — медицинские изделия со средней степенью риска (продолжительность контакта — ограничен до 24 часов).

Согласно ДСТУ EN ISO 10993-1:2015 «Биологическое оценивание медицинских изделий. Часть 1. Оценивание и испытания» медицинские изделия IIa класса опасности со средней степенью риска необходимо исследовать по следующим показателям опасности: определение качественного и количественного состава продуктов деградации и выщелачивания (ДСТУ EN ISO 10993-13:2015 «Биологическая оценка медицинских изделий. Часть 13. Качественный и количественный анализ продуктов деградации полимерных материалов медицинских изделий»), определение остатков этиленоксида («ГОСТ ISO 10993-7-2015 «Биологическое оценивание медицинских изделий. Часть 7. Остатки после стерилизации этиленоксида»), определение гемолитического действия (ДСТУ EN ISO 10993-4:2015 «Биологическая оценка медицинских изделий. Часть 4. Выбор испытаний на взаимодействие с кровью»), определение цитотоксичности (ДСТУ EN ISO 10993-5:2015 «Биологическая оценка медицинских изделий. Часть 5. Испытания на цитотоксичность *in vitro*»), испытания на системную токсичность (ДСТУ EN ISO 10993-11:2004 «Биологическая оценка медицинских изделий. Часть 11. Испытание на системную токсичность»), испытания на раздражение и сенсибилизацию (ДСТУ EN ISO 10993-10:2004 «Биологическое оценивание медицинских изделий. Часть 10. Испытание на раздражение и сенсибилизацию») и определения стерильности в соответствии с Государственной фармакопеей Украины.

Нами проведены исследования шприцев инъекционных производства ОАО «Гемопласт» (Украина), Medic-O-planet GmbH (Германия), Helm Medical GmbH (Германия), Anhui Easyway Medical Supplies (Китай), Medica Project LTD (Великобритания), BD Fraga (Huesca) Espana (Испания) и В/Brown (Германия) с целью определения возможности их применения по назначению.

В результате проведения санитарно-химических исследований изучены процессы миграции компонентов и продуктов их деструкции в модельную среду, идентифицирован состав мигрирующих химических соединений и продуктов деструкции полимеров. Степень миграции и количественную оценку химических веществ в модельную среду из шприцев инъекционных проводили методом газожидкостной хроматографии с использованием хроматографов «Цвет-164» и Shimadzu GC 2014, тонкослойной хроматографии, атомно-эмиссионной спектроскопии на JCPЕ-9820. Пробы готовили в соответствии с требованиями ДСТУ ГОСТ 24 861:2009 «Шприцы инъекционные одноразового использования. Общие технические условия». Полученные результаты обработаны методом математической статистики (ЕА-4/17 М: 2008) и приведены в таблице 1.

Таблица 1. — Результаты химико-аналитических исследований вытяжек из шприцев инъекционных

Наименование вещества	Фактическая концентрация, мг/дм <sup>3</sup>						
	условное обозначение образца						
	№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
Формальдегид	<0,01	0,015	0,01	<0,01	<0,01	0,013	0,03
Спирты С <sub>1</sub> -С <sub>4</sub>	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Фенол	0,02	0,01	0,03	0,01	0,05	0,05	0,02
Диоктилфталат	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Анилин	0,08	0,06	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	0,04
Цимат	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025	<0,025
Моноэтиланилин	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Альтакс	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05
Оксид этилена	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Свинец	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001	<0,001
Кадмий	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001	<0,0001
Цинк	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0	<1,0
Хром	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01	<0,01
Примечание — < — не выявлено в границах чувствительности метода.							

Результаты химико-аналитических исследований свидетельствуют об отсутствии миграции продуктов деградации полимеров и других вредных химических веществ в модельную среду. Уровни химических веществ не превышали допустимых значений. Исследуемые образцы шприцев по результатам качественного и количественного анализа продуктов деградации соответствуют требо-

ваниям ДСТУ ISO 10993–1:2015 «Биологическая оценка медицинских изделий. Часть 1. Оценка и испытания».

Определяли индекс токсичности (далее — ИТ) водных экстрактов из образцов экспресс-методом *in vitro* на половых клетках крупного рогатого скота (сперма быка), которые очень чувствительны к действию токсичных веществ и эволюционно приспособлены к существованию вне организма. Интегральным показателем их физиологического, биохимического и морфологического статуса является подвижность. Результаты определения цитотоксичности приведены в таблице 2.

Таблица 2. — Результаты определения цитотоксичности шприцев инъекционных

Индекс токсичности (М±м), %						
Условное обозначение образца						
№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
76,7	83,0	100,0	93,5	97,8	107,4	89,1

Приведенные в таблице 2 результаты определения цитотоксичности свидетельствуют, что уровни индекса токсичности водных экстрактов из шприцев соответствуют нормативу, который составляет 70–120%, водные экстракты из шприцев нетоксичны. По показателю цитотоксичности испытанные образцы соответствуют требованиям ДСТУ ISO 10993–5:2015 «Биологическая оценка медицинских изделий. Часть 5. Испытания на цитотоксичность *in vitro*».

Важным скрининг-тестом в оценке опасности изделий медицинского назначения является их способность к гемолизу, т. е. лизису эритроцитов при контакте с ними. В соответствии с требованиями ДСТУ ISO 10993–4: 2004 «Биологическая оценка медицинских изделий. Часть 4. Выбор испытаний на взаимодействие с кровью» предельный уровень гемолиза не должен превышать 2 процентов. В таблице 3 приведены результаты исследования по определению гемолитической активности, индуцированной контактом вытяжек из шприцев с эритроцитами методом *in vitro*.

Таблица 3. — Результаты определения гемолитического действия шприцев инъекционных

Гемолитическое действие (М±м), %						
Условное обозначение образца						
№ 1	№ 2	№ 3	№ 4	№ 5	№ 6	№ 7
0,0	0,2	0,0	0,1	0,0	0,1	0,0

Как следует из полученных результатов, водные экстракты из шприцев не содержат гемолитически активных веществ.

Испытания на острую системную токсичность путем однократной внутрибрюшной инъекции проведены в соответствии с требованиями ДСТУ ISO 10993–11:2015 «Биологическая оценка медицинских изделий. Часть 11. Испытание на системную токсичность» на лабораторных животных (мышах). Контрольным животным вводили растворитель. Экстракты готовили в соответствии с требованиями ГОСТ 24861–2009 «Шприцы инъекционные одноразового использования. Общие технические условия». Параметры токсического эффекта оценивали в течение 24 часов после инъекции. Водные экстракты образцов № 1–7 не вызывали достоверного изменения массы тела, внешнего вида и поведения животных, изменений двигательной активности, смертности и клинических симптомов интоксикации. При вскрытии животных не выявлено макроскопических повреждений внутренних органов и тканей, статистически достоверных различий коэффициентов массы органов от аналогичных показателей контрольных животных. Таким образом, водные экстракты из образцов № 1–7 не вызывают острую системную токсичность при однократном внутрибрюшинном введении подопытным животным и соответствуют требованиям упомянутого выше ДСТУ ISO 10993–11:2015.

Методом накожных аппликаций на морских свинках в условиях острого эксперимента оценивали возможность водных вытяжек из образцов вызывать раздражение кожи. Оценивали также способность исследуемых образцов вызывать сенсibilизацию морских свинок-альбиносов методом внутрикожных инъекций с последующим нанесением эпикутанных аппликаций. В результате проведенных испытаний раздражающего и сенсibilизирующего действия вытяжек из исследуемых шприцев не обнаружено.

Наличия аэробных и анаэробных бактерий, а также грибов в посевах из объектов не выявлено, изделия стерильны и соответствуют требованиям Государственной фармакопеи Украины к медицинским изделиям.

Таким образом, на основании результатов идентификации и количественного определения продуктов выщелачивания и деградации, результатов испытания на цитотоксичность, гемолитическое действие, острую системную токсичность, раздражающего, сенсибилизирующего действия и стерильности шприцы инъекционные производства ОАО «Гемопласт» (Украина), Medic-O-planet GmbH (Германия), Helm Medical GmbH (Германия), Anhui Easyway Medical Supplies (Китай), Medica Project LTD (Великобритания), BD Fraga (Huesca) Espana (Испания) и B/Brown (Германия) соответствуют современным требованиям безопасности и могут быть использованы в медицинской практике.

## Литература

1. *Перова, Н.М.* Гигиеническая оценка медицинских полимерных материалов и изделий различного назначения / Н.М. Перова, А.А. Гойсинович. — М., 1986. — С. 231.
2. Методологические и методические вопросы гигиены и токсикологии полимерных материалов и изделий медицинского назначения : науч. обзор / науч. ред. В.Г. Лаппо. — М., 1982. — С. 68.
3. *Ланно, В.Г.* Токсиколого-гигиенический контроль полимеров и изделий медицинского назначения / В.Г. Лаппо, С.Я. Ланина, В.И. Тимохина // Журнал Всесоюзного химического общества им. Д.И. Менделеева. — 1985. — Т. XXX, № 4. — С. 461–464.
4. Сучасні вимоги до сертифікації медичних виробів / Л.Е. Патіота [і інш.] // Безпека середовища життєдіяльності людини : матеріали конференції, Київ, травень 2014 — січень 2015. — Київ, 2015. — С. 24–29.

Поступила 01.12.2020

# ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ. ТЕЗИСЫ

## ESTIMATION OF AN ENZYMIC PREPARATION FROM THE RECOMBINANT MOLD STRAIN *ASPERGILLUS AWAMORI* USING *IN VIVO* SAFETY TESTS

<sup>1</sup>Gmshinski I. V., D. Sc., Ph.D., gmosh@ion.ru,

<sup>1,2</sup>Bagryantseva O. V., D. Sc., Ph.D., bagryantseva@ion.ru,

<sup>1,3</sup>Shipelin V. A., M.D., Ph.D., v.shipelin@yandex.ru,

<sup>1</sup>Tsurikova N. V., Ph.D., nina.tsurikova@gmail.com,

<sup>1</sup>Shumakova A. A., Ph.D., antonina\_sh@list.ru,

<sup>1,2</sup>Khotimchenko S. A., M.D., D. Sc., Ph.D., professor, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, hotimchenko@ion.ru

<sup>1</sup>Federal Research Centre for Nutrition and Biotechnology, Moscow, Russian Federation;

<sup>2</sup>Plekhanov Russian University of Economics, Moscow, Russian Federation;

<sup>3</sup>I. M. Sechenov First Moscow State Medical University (Sechenov University), Moscow, Russia

Deep processing of agricultural plant raw materials results in a wide range of products, including specialized dietary and functional foods, animal feed, nutrient media, biofuels, and much more. An important role in this is played by the production of monosaccharides by hydrolysis of polysaccharides (starches, cellulose), jointly presented in the plant matrix. To solve this problem, a recombinant strain of the mold fungus *Aspergillus awamori* Xyl T-15 was constructed in Russia. In the process of constructing this strain, there were used promoter and terminator region of the *Aspergillus awamori* glucoamylase gene and *pGa* vector, into which the *A. niger* phytase, *Trichoderma reesei* endoglucanase and *Penicillium canescens* xylanase genes were inserted. Obtained genetically modified microorganism (hereinafter – GMM) was capable to produce a highly active enzymatic complex of glucoamylase and xylanase. Food products produced using GMM are considered in Eurasian Economic Union as novel food, requiring a detailed assessment of possible risks to human health.

The study aimed to develop a system of biomedical safety assessment in experiments on animals of biotechnological products from GMM using enzyme preparation (hereinafter – EP) of glucoamylase and xylanase from *A. awamori* Xyl T-15 as an example.

Male and female Wistar rats and ICR mice were used the studies. Experiments with animals were performed following the Order of the Ministry of Health of the Russian Federation No. 199 n dated 01.04.2016 “On the approval of the rules of good laboratory practice” and international recommendations. Acute toxicity and pathogenicity were studied following OECD “Guidelines for the testing of chemicals. Acute oral toxicity – acute toxic class method” (GOST 32 644) in experiments on male and female rats with mean initial body weight (hereinafter – bw) of 200 g by a single intragastric (i/g) injection of EP at a dose of 5 000 mg/kg bw or a strain of *A. awamori* Xyl T-15 at a dose of 10<sup>11</sup> CFU. The virulence of *A. awamori* Xyl T-15 was determined after its intraperitoneal (i/p) administration at a dose of 10<sup>9</sup> CFU to male and female mice with mean bw 25 g. The allergenic effect of EP was assessed according to MU 2.3.2.2306–07 using a model of systemic anaphylaxis in rats i/p sensitized with ovalbumin (hereinafter – OVA) which received i/g EP at a dose of 100 mg/kg bw for 28 days or water (control). The experiment on subacute toxicity was performed on 64 male rats of the mean initial bw 80 g, which were fed by gavage with EP for 80 days at doses of 0 (control), 10, 100, and 1000 mg/kg bw using reverse osmosis water as a carrier of the preparation. During feeding, the level of cognitive function was assessed in the “Conditioned passive avoidance reflex” test (hereinafter – CPAR), weight gain and appearance of the animals were followed up, and urine was collected. After removing the rats from the experiment, an overview pathoanatomical study was carried out and a complex of integral, biochemical, cytological, hematological parameters was studied.

The lethality and morbidity of animals were not revealed after a single i/g administration of EP and the producer strain to male and female Wistar rats during the next 13 days. An autopsy performed on the 14<sup>th</sup> day showed the absence of changes that can be considered as specific consequences of the effect of EP on the organism. Thus, the LD<sub>50</sub> of EP for male and female rats exceeded 5 000 mg/kg bw, and for the producer strain, more than 10<sup>11</sup> CFU. No reproducible signs were detected of the virulent action of *A. awamori* Xyl

T-15 after its i/p administration at a dose of  $10^9$  CFU, with subsequent 5-day observation and postmortem examination in male and female mice. Results of assessing the severity of active anaphylactic shock in OVA-sensitized male rats showed a mortality rate of 50.0% in the experimental group versus 46.2% in the control one; the anaphylactic index values amounted to 2.22 and 2.85, the level of specific IgG antibodies to  $0.63 \pm 0.03$  and  $0.78 \pm 0.10$  mg/ml, respectively (the difference was not significant,  $p > 0.1$ ). In a subacute experiment, i/g EP administration to rats for 50–71 days did not have an adverse effect on the level of anxiety and cognitive function (the state of short-term and long-term memory) in the CPAR test. During feeding, the weight gain in the experimental groups did not differ from the control. When rats were removed from the experiment on day 81, a significant decrease in the average lung mass was noted, starting with a dose of 100 mg/kg bw, and at a dose of 1000 mg/kg kidneys and adrenal glands mass also decreased. EP did not affect the permeability of the intestinal barrier for OVA macromolecules. At the minimum dose of EP (10 mg/kg bw), a significant increase in the content of lymphocytes and a decrease in eosinophils were noted ( $p < 0.05$ ). At a dose of 100 mg/kg bw, the total number of erythrocytes and hematocrit significantly decreased. At an EP dose of 1000 mg/kg bw, the content of basophils significantly increased. EP consumption had a dose-dependent effect on liver cell apoptosis indices in a flow cytometric study with FITC-Annexin V and 7-aminoactinomycin D staining. Starting from a dose of 100 mg/kg bw, the number of cells in the “late” stage of apoptosis and dead cells increased significantly ( $p < 0.05$ ). At a dose of 1000 mg/kg bw additionally, the number of live hepatocytes significantly decreased, the number of cells at the “early” stage of apoptosis, and the total amount of cells in apoptosis increased. At the same dose, EP significantly increased the urinary excretion of 8-oxo-2'-deoxyguanosine in rats, which indicated an increase in the processes of oxidative DNA destruction.

Although that EP and its producer strain *A. awamori* Xyl T-15 did not show signs of pathogenicity and virulence in an acute experiment, the value of the dose without observed adverse effect (NOAEL) for EP subacute oral intake was below 10 mg/kg bw per day. The liver was the main target organ for EP action. These data need to be clarified based on the results of further microbiological and immunological tests.

*Acknowledgments.* This work was financially supported by the Ministry of Education and Science of the Russian Federation, research program No. 0529–2019–0057. The authors are grateful to Ph. D. E. N Trushina and Ph. D. O.K. Mustafina for the data provided by hematological and cytometric studies. We also express our gratitude for the help in the experiment to A. S. Sereda, E. V. Kostyleva, I.A. Velikoretskaya and A.D. Musaeva.

Поступила 02.11.2020

## ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ МУТАГЕННОГО ДЕЙСТВИЯ ВЕЩЕСТВ В СУБХРОНИЧЕСКИХ И ХРОНИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ

Афонин В.Ю., к. б. н., [viktorafonin@yandex.ru](mailto:viktorafonin@yandex.ru),  
Филиповская Е.Н., [elizavetafilipov@gmail.com](mailto:elizavetafilipov@gmail.com),  
Василькевич В.М., к. м.н., [sabas2004@mail.ru](mailto:sabas2004@mail.ru),  
Крыж Т.И., [tanya\\_koustousova@mail.ru](mailto:tanya_koustousova@mail.ru),  
Евтерева А.А., [evatropinkina@mail.ru](mailto:evatropinkina@mail.ru),  
Богданов Р.В., к. м. н., [promtox@rspch.by](mailto:promtox@rspch.by)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Цель исследований заключалась в комплексном учете aberrаций хромосом или клеток с микроядрами на фоне оценки морфологии повреждения клеток в субхронических и хронических экспериментах при оценке новых химических веществ, известных фармацевтических субстанций и лекарственных средств, их композиций и медицинских изделий по параметрам цитотоксичности и мутагенности.

Оценка безопасности новых и известных химических веществ по параметрам токсичности и мутагенности в соответствии с рекомендациями OECD и ISO предполагает проведение как острых, так и субхронических и хронических экспериментов по изучению их цитотоксических и мутагенных свойств. Маркеры цитотоксических и мутагенных эффектов изучаемых веществ по отдельности и в комплексе не только используются в общей и специфической токсикологической оценке при доклинических испытаниях, но и могут применяться, например, при обосновании коэффициента

запаса в нормировании веществ, обладающих мутагенным действием. В острых экспериментах *in vitro*, *ex vivo* и *in vivo* при однократном воздействии веществ такие маркеры повреждения ДНК, как aberrации хромосом, клетки с микроядрами и ДНК-кометы, при цитотоксичности менее 50 % и отсутствии гибели животных позволяют оценивать их мутагенность (специфическая токсичность) по отдельности (ТКП 125–2008: «Надлежащая лабораторная практика»). В случае исследований клеток с микроядрами *in vitro* (ГОСТ 32635–2014) предлагается для получения дополнительной информации учитывать морфологические повреждения клеток (апоптоз, анеуплоидия, полиплоидия, многополюсные митозы и др.), а также поднимаются вопросы учета апоптоза в тесте ДНК-комет (OECD 489). Поиск подхода к оценке беспорогового эффекта химических факторов в эксперименте видится целесообразным с учетом активации пролиферации клеток миелоидного ряда и других клеток с возможной реализацией повреждений ДНК, в основном в виде aberrаций хромосом, наличия микроядер и отдаленной клеточной гибели с признаками мультинуклеации и / или митотических катастроф.

По результатам исследований установлено следующее.

1. Нанокompозит пектина и наночастиц серебра не вызывает увеличения уровня хромосомных aberrаций в клетках костного мозга и селезенки аутобредных крыс. Одновременно с этим в селезенке установлено увеличение клеток с признаками апоптоза и наличие митотических катастроф, что свидетельствует об индукции процессов апоптоза и нарушений нормального течения митоза в части клеток селезенки.

2. Увеличение в смывах легких числа клеток с микроядрами при хроническом воздействии субстанции золедроновой кислоты зависело от сезонного усиления пролиферативной активности, что не дает возможности однозначно утверждать о наличии мутагенной активности у данной фармацевтической субстанции по сравнению с мутагенной активностью положительного контроля — циклофосамида.

3. Диизонилфталат, применяемый в медицинских изделиях в качестве пластификатора, приводил к образованию полиплоидных клеток в селезенке при однократном внутрибрюшинном воздействии в опытах на белых мышах и к накоплению лейкоцитов с микроядрами различного размера при субхроническом внутривентральном введении самцам белых крыс на фоне отсутствия индукции aberrаций хромосом в отдельных экспериментах.

Поступила 13.11.2020

## РАННИЕ ГИСТОЛОГИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПЕЧЕНИ КРЫС ПОСЛЕ ОДНОКРАТНОГО ВВЕДЕНИЯ ПАРАЦЕТАМОЛА

Байгильдин С. С., [baigildin.sammat@yandex.ru](mailto:baigildin.sammat@yandex.ru),  
Репина Э. Ф., к. м. н., [e.f.repina@bk.ru](mailto:e.f.repina@bk.ru),  
Тимашева Г. В., к. б. н., [gulnara-vt60@yandex.ru](mailto:gulnara-vt60@yandex.ru),  
Смолянкин Д. А., [smolyankin.denis@yandex.ru](mailto:smolyankin.denis@yandex.ru),  
Каримов Д. О., к. м. н., [karimovdo@gmail.com](mailto:karimovdo@gmail.com),  
Валова Я. В., [q.juk@yandex.ru](mailto:q.juk@yandex.ru)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Часто для индуцирования модели токсического гепатита при сравнении гепатопротекторных свойств препаратов выбирают тетрахлорметан и парацетамол. Один из наиболее часто используемых препаратов во всем мире — парацетамол — метаболизируется в печени в высокотоксичный N-ацетил-р-бензохинонимин (NAPQI), связывающийся с клеточными макромолекулами за счет ковалентных связей. Характерные особенности окислительного стресса в печени при интоксикации парацетамолом включают перекисное окисление липидов, повреждение митохондрий, истощение АТФ и глутатиона, апоптоз клеток. Парацетамол вызывает гепатотоксичность у мышей уже при низких дозах (200–300 мг/кг), когда как у крыс только при высоких дозах (до 1500 мг/кг). У людей интоксикация вызывается парацетамолом при дозах 150–200 мг/кг.

Цель работы: сравнение гистологической картины печени модели токсического гепатита крыс, индуцированного парацетамолом, через 24 и 72 часа после введения токсиканта.

Опыты проводили на 15 аутбредных белых крысах-самцах массой 180–220 г в соответствии с Директивой ЕС 2010/63/EU. Крысы содержались в виварии при освещении 12/12 ч на стандартном рационе. Животные были разделены на 3 группы по 5 животных. Крысам однократно вводили *per os* парацетамол в дозе 1 г/кг на 1 % крахмале, контрольным группам вводили суспензию 1 % раствора крахмала. Дозы токсикантов были выбраны согласно литературным данным. Через 24 и 72 часа животных выводили из эксперимента, забирали ткань печени. Кусочки печени фиксировали в 10 % нейтральном формалине и подвергали стандартной процедуре гистологической проводки (через изопропанол) для заливки в парафин. Парафиновые срезы толщиной 5 мкм окрашивали гематоксилином и эозином. Изучение и микрофотографирование гистологических препаратов проводили с помощью микроскопов ЛОМО Микмед-2 и Zeiss AXIO Imager D2.

В печени крыс, получивших суспензию 1 % раствора крахмала, гепатоциты имели хорошо очерченное круглое ядро с ядрышками и однородную цитоплазму. Инфильтрат встречался только в портальных трактах и не выходил за пределы пограничной пластинки. Фигуры митоза и полиплоидные клетки не были выявлены. Действительно, в печени интактных крыс митоз — редкое явление.

В паренхиме печени крыс через 24 часа после введения парацетамола выявлялся фокальный некроз групп печеночных клеток, расположенных преимущественно вдоль центральных вен. Иногда на месте погибающих клеток выявлялся смешанный инфильтрат. Однако большинство печеночных клеток имели нормальную клеточную морфологию. Только у двух крыс выявлялись фигуры митоза, обнаруживались и полиплоидные клетки.

Более тяжелые изменения обнаруживались через 72 часа после введения токсиканта. Помимо мелкокапельной вакуолизации центролобулярных гепатоцитов у трех крыс обнаруживался некроз некоторых центролобулярных гепатоцитов, сопровождаемый воспалительным инфильтратом от минимальной до умеренной степени. У одной крысы кровоизлияния обнаруживались в зонах воспаления. Однако в этой группе были и признаки репарации — фигуры митоза обнаруживались гораздо чаще, чем в предыдущей группе.

Таким образом, в печени крыс через 72 часа после введения парацетамола обнаруживались более тяжелые изменения паренхимы печени по сравнению с печенью крыс через 24 часа после введения. Более тяжелые изменения также чаще сопровождались признаками репарации ткани.

Поступила 02.11.2020

## **ВЛИЯНИЕ ЛИПОВОЙ КИСЛОТЫ НА СИСТЕМУ АНТИОКСИДАНТНОЙ ЗАЩИТЫ КРЫС С НЕАЛКОГОЛЬНОЙ ЖИРОВОЙ БОЛЕЗНЬЮ ПЕЧЕНИ**

*Балакина А. С., balakina.a.s@yandex.ru,  
Кравченко Л. В., к. м. н., kravchenko@ion.ru,  
Гусева Г. В., к. б. н., mailbox@ion.ru,  
Аксенов И. В., к. м. н., aksenov@ion.ru,  
Авреньева Л. И., к. м. н., avrenyeva@ion.ru,  
Трусов Н. В., nikkitosu@yandex.ru,  
Никитин Н. С., nikolay\_sergeevich87@mail.ru,  
Сото Селада Х., к. м. н., jsotoc@mail.ru,  
Тутельян В. А., д. м. н., профессор, академик РАН, tutelyan@ion.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Неалкогольная жировая болезнь печени (далее — НАЖБП) — одна из наиболее частых хронических патологий печени. Формирование НАЖБП обусловлено в большей степени неправильным питанием, при этом особую роль отводят избыточному поступлению с рационом простых сахаров и насыщенных жиров. Известно, что окислительный стресс и антиоксиданты играют важную роль в патогенезе и тяжести НАЖБП. Маркеры окислительного стресса используются для оценки патологического состояния и прогрессирования заболевания.

Обогащение рациона пищей, богатой минорными биологически активными веществами (далее — БАВ), приводит к здоровьесбережению и поддержанию защитно-адаптационного потенциала организма. В многочисленных экспериментах *in vitro* и *in vivo* показана способность БАВ выступать

в качестве перехватчиков свободных радикалов, оказывать противовоспалительное действие, воздействовать на ферменты антиоксидантной защиты. Данные литературы свидетельствуют о том, что липоевая кислота (далее — ЛК), природное серосодержащее соединение, может обладать выраженной антиоксидантной активностью. Целью настоящего исследования являлось изучение влияния ЛК на показатели системы антиоксидантной защиты на модели НАЖБП у крыс.

Эксперимент проводили на трех группах крыс (по 8 животных в группе с исходной средней массой тела  $150 \pm 10$  г) в течение 8 недель. Для моделирования НАЖБП применяли высококалорийный холинодефицитный рацион (далее — ВКХДР). Животные 1-й группы (парный контроль) получали полусинтетический рацион в количестве, равном по массе рациону 2-й группы (энергетическая ценность (далее — ЭЦ) = 3,9 ккал/г рациона, в том числе жира 9% от ЭЦ); 2-й — ВКХДР (ЭЦ = 4,9 ккал/г рациона, в том числе жира 40% и фруктозы 20% от ЭЦ). Животные 3-й получали ЛК (в дозе 75 мг/кг м. т.) в составе ВКХДР. Воду давали *ad libitum*, рацион — из расчета 20 г сухого корма на крысу в сутки.

У крыс, употреблявших ВКХДР в течение 8 недель, обнаруживали возрастание относительной массы печени на 26% и висцерального жира на 18% по сравнению с контрольной группой, также обнаружены морфологические признаки НАЖБП (стадия неалкогольного стеатогепатита). Наряду с этим отмечалось возрастание активности аминотрансфераз в плазме крови АЛТ — на 68%, АСТ — на 13% относительно уровня в контрольной группе.

В печени крыс, содержащихся на ВКХДР, было выявлено статистически значимое снижение интегрального показателя антиоксидантного статуса печени — уровня общей антиоксидантной активности (далее — АОА) на 16%. Количество восстановленного глутатиона (далее — GSH) и соотношение восстановленный / окисленный глутатион (далее — GSH/GSSG) снижалось соответственно на 34% и 21% в группе с ВКХДР по сравнению с контролем. У крыс, получавших ВКХДР, не обнаруживали статистически значимого влияния на активность антиоксидантных ферментов, таких как параксаназа-1 (далее — PON-1) в плазме крови, каталаза (далее — CAT), NAD(P)H-хиноноксидоредуктаза (NQO1) и глутатионпероксидаза (далее — GPx) в печени. При этом было отмечено небольшое повышение активности супероксиддисмутазы (далее — SOD) на 29% и PON-1 в печени крыс на 26%, что, вероятно, могло являться следствием адаптационного ответа организма на развитие окислительного стресса. Содержание животных на ВКХДР приводило к возрастанию активности CYP2E1 — потенциального продуцента активных форм кислорода — в 1,5 раза относительно контроля. Определение экспрессии генов методом полимеразной цепной реакции в режиме реального времени показало возрастание мРНК транскрипционного фактора *Nrf2* — основного регулятора активности антиоксидантных ферментов — в 1,5 раза относительно контрольной группы.

Обогащение ВКХДР ЛК приводило к дополнительному увеличению на 46% относительной массы печени по сравнению с группой без ЛК. Также отмечалось значимое возрастание АЛТ на 91% и в меньшей степени АСТ на 38% в плазме крови животных, получавших ЛК, относительно крыс, которые получали экспериментальный рацион без ЛК. Наряду с этим было обнаружено значительное снижение относительной массы висцерального жира на 25% у крыс, получавших ЛК.

ЛК приводила к усилению проявления ряда показателей окислительного стресса. Так, по сравнению с ВКХДР-группой было отмечено снижение уровня АОА печени и крови на 25% и 20% соответственно, а также уровней GSH и GSH/GSSG в печени на 20% и 37% соответственно. ЛК подавляла активность GPx в печени и PON-1 в плазме крови на 50% и 24% соответственно. Активность SOD у крыс в группе с ЛК не отличалась от значений в группе с ВКХДР, но существенно превышала уровень активности в контроле. Наряду с этим ЛК вызывала умеренное снижение активности CYP2E1, повышенной под действием ВКХДР, до контрольного уровня. Обогащение ВКХДР ЛК не влияло на количество мРНК *Nrf2* в печени крыс.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что потребление высококалорийного холинодефицитного рациона приводит к развитию НАЖБП. Это подтверждается данными гистологических исследований, возрастанием уровня аминотрансфераз в плазме крови, увеличением относительной массы печени и сопровождается развитием окислительного стресса, характеризующегося снижением в печени крыс АОА, GSH и GSH/GSSG. Активность таких ключевых ферментов антиоксидантной защиты, как CAT и GPx, на данной стадии развития окислительного стресса не изменяется существенно в печени крыс, но при этом отмечается возрастание активности SOD и PON-1. Обнаружено, что ЛК вызывает значительное уменьшение количества висцерального жира, но усиливает выраженность окислительного стресса и тяжесть НАЖБП у крыс, получавших ВКХДР.

*Научно-исследовательская работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания (№ 0529–2019–0058).*

Поступила 30.10.2020

## АНАЛИЗ ИЗМЕНЕНИЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА *NFE2L2* ПРИ ЛЕКАРСТВЕННОЙ КОРРЕКЦИИ ТОКСИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ В ПЕЧЕНИ КРЫС, ВЫЗВАННЫХ ЭТАНОЛОМ

<sup>1,2</sup>Валова Я. В., м. н. с., [q.juk@yandex.ru](mailto:q.juk@yandex.ru),

<sup>1</sup>Мухаммадиева Г. Ф., [ufniimt@mail.ru](mailto:ufniimt@mail.ru),

<sup>1</sup>Зиатдинова М. М., [munira-munirovna@yandex.ru](mailto:munira-munirovna@yandex.ru),

<sup>1</sup>Фазлыева А. С., [nytik-21@yandex.ru](mailto:nytik-21@yandex.ru),

<sup>1</sup>Каримов Д. О., [karimovdo@gmail.com](mailto:karimovdo@gmail.com),

<sup>1</sup>Байгильдин С. С., [baigildin.sammat@ya.ru](mailto:baigildin.sammat@ya.ru),

<sup>1</sup>Якупова Т. Г., [tanya.kutlina.92@mail.ru](mailto:tanya.kutlina.92@mail.ru)

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия;

<sup>2</sup>Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Башкирский государственный медицинский университет» Министерства здравоохранения Российской Федерации, г. Уфа, Россия

Злоупотребление алкоголем является одной из наиболее актуальных медико-социальных проблем во всем мире. Под алкогольной болезнью печени (далее — АБП) понимают различные нарушения структуры и функциональной способности печени, вызванные хронической интоксикацией алкоголем. При этом алкогольный гепатит (далее — АГ) развивается у 10–35 % пациентов, страдающих АБП, и у 8–15 % лиц с алкогольной зависимостью. Социально-экономическая значимость обусловлена прежде всего высокой летальностью среди пациентов, страдающих тяжелым алкогольным гепатитом, и тем, что АГ развивается преимущественно у молодого работоспособного населения.

В современных условиях лечение алкогольных гепатитов базируется на исключении повреждающего фактора и кратковременном воздействии кортикостероидов, симптоматических средств, диеты и гепатопротекторов.

Однако, несмотря на многочисленные попытки улучшить результаты лечения и выживаемость пациентов, далеко не всегда удается достичь клинически значимых улучшений, особенно у больных с тяжелыми формами поражения печени.

В живых организмах активация защитных механизмов клетки начинается на уровне экспрессии генов. Ядерный фактор, связанный с эритроидным фактором 2 (далее — *Nfe2l2*), является транскрипционным фактором, ответственным за поддержание клеточного окислительно-восстановительного баланса путем регуляции базальной и индуцированной экспрессии ключевых генов антиоксидантных ферментов, а также ферментов детоксикации у млекопитающих. По этой причине количество транскриптов этого гена может служить ранним маркером развития окислительного стресса в клетках.

Целью данного исследования была оценка уровня экспрессии гена *Nfe2l2* после применения гепатопротекторных препаратов (гептор, мексидол и оксиметилурацил) у крыс с индуцированным острым алкогольным поражением печени.

Моделирование острого отравления этанолом проводили на самцах белых беспородных крыс массой 170–190 г путем перорального введения 40 %-го раствора этанола в воде из расчета 4 г/кг массы тела, однократно. Животным контрольной группы перорально вводили физиологический раствор. Животным остальных трех групп наряду с этанолом вводили соответственно: 1) внутривентриально гептор в дозе 0,09 мг/кг; 2) подкожно мексидол в дозе 1 мг/кг; 3) перорально оксиметилурацил (далее — ОМУ) в дозе 50 мг/кг. Спустя сутки животных умерщвляли путем декапитации с отбором образцов печени для исследования экспрессии. Для определения функционального состояния печени использовались следующие методы: экстракция тотальной РНК тризолом, обратная транскрипция и ПЦР-амплификация в режиме реального времени на приборе Rotor Gene (QIAGEN). Количественные данные обрабатывали по критерию (t) Стьюдента и с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Результаты считали достоверными при  $p < 0,05$ .

Спустя сутки после введения этанола нами были выявлены статистически значимые различия кратности экспрессии гена *Nfe2l2* ( $F = 32,09$ ;  $p = 0,000$ ). Во всех подопытных группах были показаны статистически значимые различия с группой отрицательного контроля. Минимальное количество

транскриптов генов наблюдалось в группе после лечения «Мексидолом» ( $-6,28 \pm 0,55$ ,  $p=0,000$ ). Однако при сравнении уровня кратности экспрессии в группах после лечения с группой положительного контроля нами не было зарегистрировано статистически значимых различий. Лишь в группе, получавшей ОМУ, было зарегистрировано незначительное повышение экспрессии гена относительно группы положительного контроля, тогда как в группе, получавшей «Мексидол», экспрессия гена оказалась ниже, чем в группе без лечения.

Таким образом, в данной работе было продемонстрировано, что введение этанола спустя 24 часа вызвало значительное снижение экспрессии гена *Nfe2l2*, тогда как применение гепатопротекторных препаратов не имело выраженного эффекта на уровень транскрипции гена.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Республики Башкортостан молодым ученым от 07.02.2020 УГ «О присуждении в 2020 году гранта Республики Башкортостан молодым ученым».*

Поступила 02.11.2020

## **АНТИМУТАГЕННОЕ ДЕЙСТВИЕ ИВИНА ПРИ ИНДУКЦИИ МУТАЦИЙ ДИОКСИДИНОМ В КЛЕТКАХ КОСТНОГО МОЗГА МЫШЕЙ**

*Васецкая О. П., к. б. н., o.vasetska.medved@gmail.com,  
Зубко Е. С., к. б. н., zubkolena@i.ua*

Государственное предприятие «Научный центр превентивной токсикологии пищевой и химической безопасности имени академика Л.И. Медведя Министерства здравоохранения Украины», г. Киев, Украина

Ранее нами была изучена цитогенетическая и мутаген-модифицирующая активность регулятора роста растений Ивина (N-оксид 2,6-диметилпиридина) при совместном поступлении в организм мышей линии CD-1 с мутагеном алкилирующего действия Циклофосфамидом. Было показано, что при изолированном введении Ивин в дозах от 710 мг/кг до 0,07 мг/кг массы тела не проявил мутагенной активности. Частота aberrаций хромосом не превышала спонтанного уровня aberrаций хромосом у интактных животных. При совместном воздействии с Циклофосфамидом Ивин в дозах от 71 мг/кг до 0,07 мг/кг массы тела снижал частоту метафаз с aberrациями хромосом по отношению к Циклофосфамиду. С уменьшением дозы Ивина антимуtagenный эффект увеличивался и в наименьшей из изученных доз составил 72,9%.

Для подтверждения антимуtagenной активности Ивина были проведены дополнительные исследования с другим индуктором мутагенеза прооксидантного типа действия — Диоксицином. Исследования проводили методом учета хромосомных aberrаций в клетках костного мозга мышей-самцов линии CD-1 (OECD 475). Мышам при помощи атравматического зонда перорально вводили Ивин в виде водного раствора в дозах 710, 71 и 0,7 мг/кг массы тела, что соответствует  $1/2$ ,  $1/20$  и  $1/2000$  от ЛД<sub>50</sub>, сразу после внутрибрюшинного введения мутагена Диоксицина в дозе 100 мг/кг массы тела. Интактным животным (группа отрицательного контроля) перорально вводили очищенную, УФ-стерилизованную, деионизированную воду. Группе положительного контроля вводили (внутрибрюшинно) водный раствор Диоксицина в дозе 100 мг/кг массы тела.

При воздействии Ивина в дозах 710, 71 и 0,7 мг/кг массы тела на фоне действия Диоксицина средняя частота метафаз с aberrациями хромосом в клетках костного мозга мышей по отношению к действию мутагена снижалась на 55,56%, 66,70% и 74,08%. Мультиaberrантных и полиплоидных клеток не наблюдалось. Во всех вариантах эксперимента в спектре aberrаций хромосом выявлены только aberrации хромосом хроматидного типа с одиночными фрагментами.

Полученные данные цитогенетического анализа свидетельствуют о том, что Ивин при совместном воздействии с индуктором aberrаций хромосом Диоксицином на организм мышей, так же как и Циклофосфамид, способствует значительному снижению частоты повреждений хромосом клеток костного мозга, вызванных мутагенными веществами. Выраженность указанного эффекта имеет обратную дозовую зависимость: с понижением дозы Ивина цитогенетические эффекты Диоксицина снижаются в большей степени, чем при воздействии высоких доз Ивина.

Таким образом, выявленные эффекты Ивина при совместном действии с Диоксицином подтверждают высказанные нами ранее предположения об антимуtagenных свойствах Ивина.

Поступила 11.11.2020

## ОСОБЕННОСТИ ТОКСИКОЛОГО-ГИГИЕНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК МОЮЩИХ СРЕДСТВ ДЛЯ СТИРКИ ИЗДЕЛИЙ ДЕТСКОГО АССОРТИМЕНТА

Головащенко А. В., [anita66medved@gmail.com](mailto:anita66medved@gmail.com),  
Калашников А. А., д. м. н., профессор,  
Корниец Е. И.

Государственное предприятие «Научный центр превентивной токсикологии, пищевой и химической безопасности имени академика Л. И. Медведя Министерства здравоохранения Украины», г. Киев, Украина

Повседневное использование средств для стирки в бытовых условиях обуславливает контакт с ними всех групп населения. Детская одежда и белье требуют более частой стирки, а потому остатки компонентов моющих средств, которые остаются на ткани, могут оказывать достаточно интенсивное воздействие на кожу ребенка и его здоровье в целом.

При этом кожа детей, особенно детей первых месяцев жизни, существенно отличается от кожи взрослых людей: она тоньше, связь эпидермиса с дермой непрочная, функции желез (сальных, потовых) только формируются и постоянно испытывают изменения, отношение площади поверхности кожи к массе тела ребенка значительно больше, чем у взрослого.

На этом фоне химические вещества легко могут вызывать первичное раздражение кожи. Так называемый пеленочный дерматит у детей грудного возраста может быть спровоцирован моющими средствами, содержащими хлор, щелочи, синтетические поверхностно-активные вещества (далее — СПАВ). Все моющие средства детского ассортимента можно разделить на два типа: на основе СПАВ и на основе мыл. У каждого из них есть свои достоинства и недостатки.

Сырьем для мыл могут быть не только растительные масла и животные жиры, но и синтетические кислоты, которые не относятся к натуральным продуктам. Использование мыл уменьшает риск возникновения аллергических реакций, но не исключает их, как не исключает возможности раздражения кожи путем образования свободных щелочей при растворении мыла в воде или высокой дозировкой мыла в жесткой воде, что вызывает оседание солей кальция и магния на ткани и ее «загрубление».

В синтетических моющих средствах основными действующими веществами, которые обозначают характер биологического действия, являются СПАВ. В сравнении с хозяйственным мылом средства на основе СПАВ проявляют ряд положительных качеств: регулирование величины щелочности в зависимости от вида ткани, стойкость против солей жидкости, отсутствие при этом дополнительных затрат моющего средства.

Подавляющее большинство поверхностно-активных веществ (далее — ПАВ) имеют низкую токсичность, они могут проявлять резорбтивное и раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки, способны вызывать аллергические реакции.

Безопасность для здоровья человека при производстве и применении товаров бытовой химии, выполнение требований безопасности контролируются гигиеническими и токсикологическими показателями.

К гигиеническим требованиям относятся необходимость удаления компонентов моющих препаратов после полоскания тканевых изделий, а также нормирование величины остаточных количеств поверхностно-активных веществ на выстиранной ткани и на коже человека. К токсикологическим показателям безопасности прежде всего относится отсутствие у моющих средств кожно-раздражающего и аллергенного действия при соблюдении режима их использования в соответствии с нормативно-технической документацией.

Нами были проведены исследования на соответствие гигиеническим и токсикологическим требованиям ряда отечественных моющих средств детского ассортимента и на основе СПАВ, и на основе натуральных мыл.

Выводы по химико-аналитическим исследованиям:

- по способности удерживать СПАВ на поверхности текстильные материалы (по спаданию показателей) можно разместить в следующем порядке: лен, хлопок, синтетические полиэфирные ткани;
- с увеличением концентрации моющего средства чуть больше чем в 1,5 раза остаточные количества СПАВ на тканях увеличивались в 2–10 раз на разных этапах полоскания;

- уменьшение количества СПАВ в зависимости от кратности промывания водой хорошо прослеживается для льна и хлопка, с полиэфирной ткани ПАВ хорошо вымываются уже после одного полоскания;

- при всех задаваемых условиях испытаний уровень синтетических ПАВ на поверхности текстиля (лен, хлопок, смешанные полиэфирные ткани) после трехкратного полоскания не превышал гигиенического норматива — 5 мкг/см<sup>2</sup>.

При проведении токсикологических исследований учитывается, что основным путем поступления компонентов моющих средств в организм является перкутанный. На разных видах животных (крысы, морские свинки, кролики) были поставлены многочисленные серии экспериментов, целью которых было изучить резорбтивное, раздражающее действие на кожу и слизистые оболочки глаз при однократном и многократном воздействии, а также способность вызывать аллергические реакции.

Все изученные нами моющие средства для стирки детских вещей по острому и хроническому действию на кожу относятся к малоопасным продуктам (4-й класс опасности). Они не проявляли кожно-резорбтивного и кожно-раздражающего действия, не обладали сенсibiliзирующими свойствами.

По результатам выполненных исследований сделаны следующие выводы.

1. Средства на основе СПАВ и натуральных мыл безопасны при соблюдении инструкции по применению, температурного режима, норм расхода моющих средств.

2. Данные наших исследований не подтверждают существующего мнения о безусловном вредном воздействии на здоровье детей синтетических моющих средств. Такая тенденция основывается, на наш взгляд, на том, что создатели моющих композиций постоянно совершенствуют свою продукцию путем введения в рецептуры ПАВ из разных групп и в различных сочетаниях, уменьшают общее количество потенциально вредных веществ в составе моющих препаратов, работают над созданием композиций, делающих процесс стирки эффективным при более низких концентрациях моющих растворов.

Поступила 01.12.2020

## **АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ ОЦЕНКИ БИОЛОГИЧЕСКОГО ДЕЙСТВИЯ НАНОМАТЕРИАЛОВ В МЕДИЦИНСКИХ ИЗДЕЛИЯХ**

*Грынчак В.А., к. м. н., grinchakva@gmail.com,*

*Ланно Л.Г., lida\_lappo@bk.ru,*

*Лисовская Г.В., ptiza-igl@mail.ru,*

*Крыж Т.И., tanya\_kostousova@mail.ru,*

*Деменкова Т.В., tvdem@list.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

В настоящее время в процесс изготовления изделий медицинского назначения активно внедряются наноматериалы и нанотехнологии. Производимые медицинские изделия, содержащие наноматериалы, дают новые возможности в оказании медицинской помощи, однако в силу особенностей их биологического действия могут привести к неблагоприятному влиянию на здоровье и среду обитания человека.

Целью и задачами исследования являлись изучение технических нормативно-правовых актов, литературных данных и методов исследований биологического действия медицинских изделий, содержащих наноматериалы, а также определение области их применения в медицине.

По результатам проведенного анализа установлено, что благодаря малым пространственным размерам и особым физико-химическим свойствам наноматериалы получили широкое применение в клеточной инженерии, разработке новых методов эффективной экспресс-диагностики, терапии различных заболеваний на ранних стадиях развития. Наноматериалы активно применяются как средство доставки лекарственных молекул к органам-мишеням и могут использоваться в качестве лекарства. На основе нанотехнологий получены новые шовные материалы, например, полилактатное полотно, способное без клея прикрепляться к краям раны

или хирургического надреза и закрывающее их от внешней среды, препятствуя заражению и улучшая заживление. Этот материал способен со временем разлагаться, поэтому шовные нити не требуется снимать. Широко используются медицинские изделия с наночастицами и при протезировании.

Наноматериалы и наночастицы обладают специфическими физическими, химическими и биологическими свойствами, которые кардинально отличаются от свойств более крупных частиц и уже изученных материалов. Наноматериалы имеют способность перемещаться по организму и быть захваченными тканями, могут влиять на биологические процессы, происходящие на клеточном, субклеточном и биомолекулярном уровнях. Они могут пересекать не только клеточную мембрану, но и внутриклеточные структурные мембраны ядра и митохондрии для взаимодействия или изменения основных клеточных функций. Помимо дозы и элементного состава наночастиц решающую роль в их распространении в организме человека и их возможной токсичности играют такие факторы, как форма частиц, площадь их поверхности, функция, способность образовывать агломераты и их поверхностный заряд.

В отношении большинства наноматериалов отсутствует ясное представление о том, каким образом происходит их проникновение в организм, распределение, участие в обмене веществ. В силу их особенностей и отличий от доступных и более известных материалов включение наноматериалов в медицинские изделия может значительно изменить характеристики воздействия на организм пациента, тем самым изменив и опасности их воздействия.

Традиционные виды опасностей, связанные со специфическими физико-химическими свойствами наночастиц, — это их способность взаимодействовать с живыми системами. Наночастицы способны нарушать и видоизменять процессы их жизнедеятельности, воздействуя на ДНК, РНК и другие структурные компоненты живых систем. Немногочисленные исследования показывают, что поступление наночастиц в организм вызывает статистически значимые изменения, интенсивность которых зависит от дозы. Также они способны накапливаться в органах и тканях (костном мозге, нервных клетках, лимфатической системе и других жизненно важных органах).

Таким образом, в настоящее время существующая методология оценки биологического действия традиционных изделий медицинского назначения недооценивает возможную токсичность и опасность наноматериалов, содержащихся в составе медицинских изделий, для здоровья человека, что указывает на актуальность дальнейших токсикологических исследований в данном направлении.

Поступила 04.11.2020

## **ХАРАКТЕРИСТИКА СПОНТАННОГО УРОВНЯ МУТИРОВАНИЯ ШТАММОВ *SALMONELLA*, ИСПОЛЬЗУЕМЫХ В ТЕСТЕ ЭЙМСА**

*Егорова О.В., к. б. н., egorovaov@fferisman.ru,*

*Демидова Ю.В., demidovaiv@fferisman.ru,*

*Кара Л.А., liliakara@mail.ru,*

*Илюшина Н.А., к. б. н., iliushinana@fferisman.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф.Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

Метод оценки обратных мутаций на бактериях (тест Эймса) является одним из наиболее широко используемых тестов для идентификации химических веществ, обладающих мутагенной активностью. Спонтанный уровень мутирования тест-штаммов — одна из обязательных характеристик, которые подлежат контролю в лаборатории, выполняющей исследования по оценке мутагенности с помощью теста Эймса. В протокол каждого эксперимента включается соответствующий отрицательный контроль, среднее значение которого не только используется для оценки мутагенного эффекта, но и является критерием валидности всего теста. Число спонтанных ревертантов должно укладываться в диапазон колебаний отрицательного контроля в лаборатории и/или литературных данных. В противном случае возникает вопрос о соответствии генетических характеристик штамма и, следовательно, достоверности результатов проведенного эксперимента.

К настоящему времени известно, что колебания спонтанного фона мутирования могут быть опосредованы использованием новых партий реагентов, генетическим дрейфом штаммов при пересевах и т. д.

Кроме того, гармонизация российских нормативных требований в области проведения доклинических исследований с принципами надлежащей лабораторной практики (GLP) ведет к необходимости унификации протокола теста Эймса. В этой связи с целью стандартизации процедуры тестирования представлялось первостепенным оценить влияние факторов, специфичных для теста Эймса, на спонтанный фон реверсии.

В данном исследовании нами обобщены данные лабораторного исторического контроля за 2016–2020 гг. Среднее число ревертантов составило для ТА100 129/119 (+S9/–S9, вода) и 115/105 (+S9/–S9, ДМСО); для ТА102 – 159/143 (+S9/–S9, вода) и 142/127 (+S9/–S9, ДМСО); ТА1535–19/17 (+S9/–S9, вода) и 16/20 (+S9/–S9, ДМСО); ТА97–149/121 (+S9/–S9, вода) и 136/113 (+S9/–S9, ДМСО); ТА98–36/26 (+S9/–S9, вода) и 31/25 (+S9/–S9, ДМСО). Анализ данных, полученных для используемых в качестве контролей растворителей (ДМСО или H<sub>2</sub>O дистиллированная), не выявил влияния ДМСО на среднее число спонтанных ревертантных колоний ни у одного из штаммов.

В случае культур ТА1535, ТА102 и ТА100 не обнаружено влияния наличия (+S9) или отсутствия (–S9) системы метаболической активации в эксперименте на спонтанный фон реверсии ( $p \leq 0,05$ ). Статистически достоверные отличия количества колоний спонтанных ревертантов (+S9 или –S9) были найдены для штаммов, позволяющих выявлять мутации сдвига рамки считывания, ТА97 и ТА98, в контрольных вариантах как с ДМСО, так и с H<sub>2</sub>O.

Для ряда индикаторных культур (ТА100, ТА102) было установлено, что флуктуация спонтанного фона мутирования может зависеть от типа используемого желирующего агента в составе нижнего минимального агара.

Как показали наши исследования с использованием ряда известных мутагенов, в качестве еще одного фактора, влияющего на колебания не только спонтанного, но и индуцированного уровня мутирования, может выступать объем нижнего минимального агара. Это, в свою очередь, может не только явиться источником значимой варибельности результатов при постановке повторов на одной и той же концентрации, но и исказить оценку дозовой зависимости.

С целью сокращения временных и трудовых затрат, а также соблюдения требований к чистоте лабораторной посуды оценивали возможность использования одноразовых пробирок из полипропилена (далее — ПП) или полистирола (далее — ПС) разных производителей при проведении рутинных экспериментов. Полученные результаты также свидетельствуют об отсутствии каких-либо отличий в формировании спонтанного фона индикаторных культур в зависимости от типа используемой посуды, за исключением штамма ТА97 в варианте проведения эксперимента (+S9) в пробирках типа Эппендорф из полипропилена (Ningpo Greetmed Medical) и штамма ТА100 в варианте проведения эксперимента (–S9) в пробирках из полипропилена (Nuova Aptaca) ( $p \leq 0,05$ ). Тем не менее и для этих вариантов число спонтанных ревертантных колоний находилось в пределах колебаний исторического контроля.

Для всех индикаторных культур статистически достоверных отличий между числом спонтанных ревертантных колоний и типом используемых чашек Петри (вентилируемые/невентилируемые) обнаружено не было.

Таким образом, результаты анализа исторического контроля лаборатории за 2016–2020 гг. свидетельствуют о том, что описанные колебания спонтанного фона мутирования соответствуют ранее опубликованным. Критически важным аспектом при проведении теста, оказывающим влияние на варибельность отрицательного контроля, может выступать использование разных типов агара в составе селективной среды, а также ее объем.

Проведенные исследования подтверждают необходимость стандартизации операций, предваряющих постановку теста. Марки агар-агара средней ценовой категории с короткими сроками поставки могут быть использованы при проведении теста. Использование пробирок из ПП или ПС является приемлемой альтернативой стеклянным, снижает трудовые затраты при подготовке посуды.

Поступила 11.11.2020

# СТАДИОЗАВИСИМЫЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СОСТОЯНИЯ ЛИЗОСОМАЛЬНОЙ СИСТЕМЫ ГЕПАТОЦИТОВ В ХРОНИЧЕСКОМ ТОКСИКОЛОГИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

<sup>1</sup> *Зиновкина В. Ю., к. м. н., доцент, zinovkina@mail.ru,*

<sup>2</sup> *Глинская Т. Н., к. м. н., доцент, glinsky@tut.by*

<sup>1</sup> Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь;

<sup>2</sup> Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр пульмонологии и фтизиатрии», г. Минск, Республика Беларусь

Использование морфофункциональных субклеточных маркеров для определения стадии хронических токсических повреждений печени является актуальным, поскольку позволяет объективно и в наиболее ранние сроки оценить степень возникших повреждений печени, а с прикладной точки зрения — определить как сроки токсического воздействия, так и тактику лечения, методы детоксикации.

Выбор морфофункциональных маркеров состояния субклеточных структур при хроническом токсикологическом эксперименте обусловлен первоочередным проявлением процессов повреждения и компенсации на субклеточном уровне организации целостного организма, и лишь позже их проявлением на органном и организменном уровнях. В качестве таких маркеров определены показатели состояния лизосомальной системы клеток печени — комплекс структурно-функциональных ее изменений в динамике развития хронического токсического поражения органа. Эксперимент по воспроизведению хронического токсического поражения печени моделировался дробным введением 50 % масляного раствора четыреххлористого углерода в дозе 0,3 мл / 100 г массы животного подкожно 2 раза в неделю. Данная модель позволяет получить хорошо различимые стадии хронического токсического поражения печени: повреждения (26 дней), компенсации (10 недель) и декомпенсации (36 недель), которые проявляются на всех уровнях организации целостного организма. Функциональное состояние лизосомальной системы гепатоцитов оценивалось с помощью определения тканевой активности лизосомальных гидролаз: неседиментируемой, свободной и общей активности катепсина D и  $\beta$ -D-галактозидазы, принимающих участие в деградации белков, коллагена, галактозосодержащих гликолипидов, гликопротеидов. Морфологические перестройки лизосомальных органелл оценивались с помощью электронной микроскопии полутонких срезов печени: на электронограммах с подсчетом общего количества лизосом, оценкой содержания первичных и вторичных форм органелл.

На первой стадии хронического токсического поражения печени (26 дней) отмечались выход изучаемых лизосомальных гидролаз в цитозоль (повышение доступной активности), повышение их активности в надосадочной фракции (неседиментируемая активность), умеренное повышение или тенденция к росту общей активности, увеличение проницаемости лизосомальных мембран (увеличение соотношения неседиментируемой активности к общей). Результаты электронно-микроскопического изучения субклеточных структур свидетельствовали о снижении общего числа лизосом за счет субпопуляции первичных форм, что определяло сдвиг в сторону преобладания субпопуляции вторичных органелл. Данное морфофункциональное состояние лизосомальной системы отражает преимущественное преобладание процессов повреждения.

На второй стадии хронического токсического повреждения печени (10 недель), несмотря на продолжающееся действие токсического фактора, наблюдалось иное соотношение в морфофункциональном состоянии лизосом. На фоне продолжавшегося (относительно предыдущего срока эксперимента) увеличения неседиментируемой и доступной активности катепсина D и  $\beta$ -D-галактозидазы происходил рост общей активности гидролаз, в результате чего соотношение неседиментируемой активности к общей снижалось, что свидетельствовало об их стабилизации. Рост общей, неседиментируемой и свободной активности кислых гидролаз свидетельствовал об усилении синтетических процессов лизосомальной системы. Активация лизосом отмечалась и при их структурном изучении. Увеличивалось общее число органелл, преимущественно за счет вторичных форм, количество которых превосходило контрольный уровень и уровень предыдущей стадии эксперимента. Таким образом, на данной стадии хронического токсического поражения печени отмечалось преобладание процессов компенсаторно-приспособительного характера.

На третьей стадии хронического токсического повреждения печени (36 недель) отмечалось дифференцированное изменение активности  $\beta$ -D-галактозидазы, для которой были характерны высокие значения всех видов тканевой активности; значения таковых для катепсина D не были столь выраженными. Проницаемость лизосомальных мембран вновь, как и на первой стадии эксперимента, возростала. Общее количество лизосом снижалось по сравнению с предыдущим сроком хронического токсического поражения печени, преобладали вторичные формы лизосом, накапливались остаточные тельца, что свидетельствовало об истощении функциональных резервов лизосомальной системы клеток печени, снижении активности синтетических процессов, повторном преобладании процессов повреждения.

Таким образом, изученные морфофункциональные характеристики лизосомальной системы клеток печени являются информативными, позволяют в динамике эксперимента дать объективную оценку стадиозависимым изменениям, формирующимся на субклеточном уровне при моделируемой патологии.

Поступила 04.11.2020

## ВЛИЯНИЕ СМЕСЕЙ ДЕЙСТВУЮЩИХ ВЕЩЕСТВ ПЕСТИЦИДОВ НА ГЕНЕТИЧЕСКИЕ СТРУКТУРЫ В КЛЕТКАХ БАКТЕРИЙ И МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Илюшина Н. А., к. б. н., [iliushinana@fferisman.ru](mailto:iliushinana@fferisman.ru),  
Егорова О. В., к. б. н., [egorovaov@fferisman.ru](mailto:egorovaov@fferisman.ru),  
Аверьянова Н. С., к. б. н., [averianovans@fferisman.ru](mailto:averianovans@fferisman.ru),  
Кара Л. А., [liliakara@mail.ru](mailto:liliakara@mail.ru),  
Дмитричева О. О., [olgadmi90@mail.ru](mailto:olgadmi90@mail.ru),  
Демидова Ю. В., [demidovaiv@fferisman.ru](mailto:demidovaiv@fferisman.ru),  
Ревазова Ю. А., д. б. н., [revazova013@gmail.com](mailto:revazova013@gmail.com)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

При разработке новых действующих веществ (далее — ДВ) пестицидов происходят тщательный отбор молекул-кандидатов и исключение мутагенных и канцерогенных веществ, вместе с тем имеющиеся в литературе данные свидетельствуют о проявлении в ряде случаев генотоксической активности пестицидов. Это может быть связано с применением пестицидов предыдущих поколений или присутствием потенциально опасных примесей, а также с использованием препаративных форм, содержащих несколько ДВ, или смесей пестицидов. Прогнозирование генотоксических свойств смесей на основе исследований отдельных ДВ пока не представляется возможным.

С помощью метода оценки обратных генных мутаций на бактериях, микроядерного теста на млекопитающих *in vivo*, метода ДНК-комет *in vivo* изучена возможная генотоксичность модельных комбинаций ДВ пестицидов, которые могут входить в состав одной и той же препаративной формы или могут быть использованы на практике одновременно.

Показано, что комбинации ДВ пестицидов — тиаметоксам/трифлоразол, глифосат/циперметрин, глифосат+2,4-Д-кислота, мезотрион/никосульфурон — не проявляли мутагенной активности в тесте Эймса и не оказывали кластогенного и анеугенного действия на эритроциты костного мозга млекопитающих, что свидетельствует о генетической безопасности пестицидных препаратов, содержащих такие комбинации ДВ. Выявленные в тесте Эймса мутагенные эффекты смеси диметоата и фипронила были сопоставимы с действием только одного диметоата и, вероятно, обусловлены присутствием этого пестицида в смеси. Некоторые технические продукты ДВ пестицидов-джереников, которые применяются в сельском хозяйстве в составе одной препаративной формы и по отдельности не обладают генотоксичностью, в комбинации могут индуцировать образование микроядер в полихроматофильных эритроцитах костного мозга мышей, как показано для смесей этофумезат/фенмедифам/десмедифама и имидаклоприд/имазалил/тебуконазол. Можно полагать, что две указанные комбинации технических продуктов пестицидов оказывали синергическое действие, поскольку по отдельности не вызывали подобных эффектов, кроме того, в комбинациях они были

использованы в более низких дозах, чем при раздельном введении животным. Отрицательный результат, полученный методом ДНК-комет, может свидетельствовать о том, что механизм действия смеси этофумезата, десмедифама и фенмедифама не связан с кластогенным эффектом указанной комбинации пестицидов, а скорее обусловлен анеугенным эффектом.

Сопоставление данных двух тестов *in vivo* (микроядерного теста и анализа ДНК-комет) позволяет предположить, что наблюдаемые эффекты при действии комбинации каптан/флудиоксонил обусловлены формированием разрывов ДНК, что приводит к увеличению частоты образования микроядер за счет отстающих при делении фрагментов хромосом.

Полученные результаты свидетельствуют о том, что при проведении токсиколого-гигиенической оценки безопасности пестицидов в качестве важного показателя могут быть использованы результаты исследования генотоксической активности не только отдельных ДВ, но и их комбинаций, препаративных форм в целом (особенно препаратов, содержащих 2 ДВ и более), а также баковых смесей.

Поступила 11.11.2020

## ВЗАИМОСВЯЗИ БИОХИМИЧЕСКИХ И МОЛЕКУЛЯРНО-ГЕНЕТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПЕЧЕНИ ПРИ ИНТОКСИКАЦИИ ТЕТРАХЛОРМЕТАНОМ

<sup>1</sup>Каримов Д. О., к. м. н., karimovdo@gmail.com,

<sup>2</sup>Ахмадеев Э. Р., ahmat@gmail.com,

<sup>3</sup>Рыбаков И. Д., ribakov@gmail.com,

<sup>1</sup>Репина Э. Ф., к. м. н., e.f.repina@bk.org,

<sup>1</sup>Хуснутдинова Н. Ю., h-n-yu@yandex.ru,

<sup>1</sup>Валова Я. В., q.juk@ya.ru,

<sup>1</sup>Кутлина Т. Г., tanya.kutlina.92@mail.ru

<sup>1</sup>Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия;

<sup>2</sup>Государственное бюджетное учреждение здравоохранения «Республиканская детская клиническая больница», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия;

<sup>3</sup>Общество с ограниченной ответственностью «Центр медицинских исследований», г. Уфа, Республика Башкортостан, Россия

Токсический гепатит представляет собой сложное и многогранное заболевание, развитие которого опосредовано комплексом биохимических и молекулярно-генетических взаимодействий. Текущее понимание патогенеза токсического гепатита и, как следствие, его лечение основано на стандартизации фенотипа заболевания, часто без учета метаболических нарушений внутри клеток.

Экспериментальные исследования выполнены на белых аутбредных крысах-самцах с массой 200–220 г. В качестве токсиканта использовали 50%-й раствор тетрахлорметана.

Биохимические исследования проводили на лабораторном медицинском фотометре Stat Fax 3300 с использованием клинических тест-наборов и контрольных материалов производства ООО «Вектор-Бест». Ткани печени для гистологического исследования были подвергнуты стандартной процедуре гистологической проводки и заливки в парафин. Срезы толщиной 5–7 мкм окрашивали гематоксилин-эозином. Анализ экспрессии генов проводили с помощью ПЦР-амплификации в режиме реального времени на приборе RotorGene (QIAGEN). Статистическую обработку экспериментальных данных проводили с использованием коэффициента корреляции Пирсона и однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA). Результаты считали статистически значимыми при  $p < 0,05$ .

Интерес представляет изучение взаимодействия и корреляции молекулярно-генетических изменений и классических биохимических показателей. В первые 24 часа наблюдается положительная корреляция экспрессии практически всех изучаемых генов, за исключением *Gstt1* и *Nqo1*.

Нередко наблюдалась довольно сильная корреляционная связь между уровнем экспрессии разных генов. Так, корреляция экспрессии генов *Nfe2l2* и *Gstm1* составляла  $r = 0,812$  ( $p = 0,0001$ ). Обращает на себя внимание корреляция экспрессии практически всех генов системы глутатиона. В то же время при анализе корреляции экспрессии генов с уровнем цитолизных ферментов в сыворотке крови наблюдается обратная картина. Динамика экспрессии генов *Chek*, *Gstm1*, *Gstp1*, *Nfe2l2* имела отри-

цательную корреляцию с показателем активности АСТ в сыворотке крови ( $r = -0,589$ ;  $p = 0,027$ ;  $r = -0,626$ ;  $p = 0,017$ ;  $r = -0,588$ ;  $p = 0,027$ ;  $r = -0,657$ ;  $p = 0,011$  соответственно). Экспрессия генов *Chek*, *Gclc*, *Gstm1*, *Nfe2l2*, *Ripk*, *Sod1* с показателем активности АЛТ в сыворотке крови ( $r = -0,605$ ;  $p = 0,022$ ;  $r = -0,794$ ;  $p = 0,001$ ;  $r = -0,746$ ;  $p = 0,002$ ;  $r = -0,640$ ;  $p = 0,014$ ;  $r = -0,630$ ;  $p = 0,016$ ;  $r = -0,739$ ;  $p = 0,003$  соответственно).

Через 72 часа после поступления токсиканта в организм лабораторных животных наблюдается отличающаяся картина.

Экспрессия практически всех исследуемых генов приобрела разнонаправленный характер. И корреляция между показателями зачастую не определяется. Исключением являлись гены *Chek* — *Casp7*, корреляция между которыми составила  $r = -0,610$ ,  $p = 0,020$ , гены *Ripk* — *Gclc* —  $r = 0,698$ ,  $p = 0,006$  и *Gstm1*, у которого наблюдалась обратная корреляция экспрессии с генами *Hmox*, *Nqo1*, *Ripk* ( $r = -0,725$ ;  $p = 0,003$ ;  $r = -0,719$ ;  $p = 0,004$ ;  $r = -0,709$ ;  $p = 0,005$  соответственно).

Анализ связи уровня цитолитических ферментов с уровнем корреляции изучаемых генов показал, что через 72 часа корреляция наблюдалась у генов *Gstm1*, *Hmox* и *Sod1* с уровнем АСТ ( $r = -0,657$ ;  $p = 0,011$ ;  $r = 0,670$ ;  $p = 0,009$ ;  $r = -0,650$ ;  $p = 0,012$  соответственно) и уровнем АЛТ ( $r = -0,570$ ;  $p = 0,033$ ;  $r = 0,622$ ;  $p = 0,018$ ;  $r = -0,574$ ;  $p = 0,032$  соответственно).

Механизмы повреждения гепатоцитов значительно варьируются в зависимости от токсичного агента, вследствие чего происходит активация различных защитных механизмов детоксикации и антиоксидантной защиты организма. В результате работы было показано, что экспрессия ключевых генов детоксикации (*Nfe2l2*, *Gstm1*, *Chek1*, *Nqo1*) имеет зависимость от механизма повреждения гепатоцитов, что в дальнейшем может послужить в качестве диагностических маркеров, способных показать механизм повреждения и назначить наиболее подходящую при данном виде отравления терапию.

Поступила 10.11.2020

## АНАЛИЗ ПРОФИЛЯ ЭКСПРЕССИИ ГЕНА *Sod1* В УСЛОВИЯХ ТОКСИЧЕСКОГО ПОРАЖЕНИЯ ПЕЧЕНИ КРЫС

Мухаммадиева Г. Ф., к. б. н., [ufniimt@mail.ru](mailto:ufniimt@mail.ru),  
Валова Я. В., [q.juk@yandex.ru](mailto:q.juk@yandex.ru),  
Зиятдинова М. М., [munira.munirovna@yandex.ru](mailto:munira.munirovna@yandex.ru),  
Фазлыева А. С., [nytic-21@yandex.ru](mailto:nytic-21@yandex.ru),  
Кудояров Э. Р., [ekudoyarov@gmail.com](mailto:ekudoyarov@gmail.com),  
Каримов Д. О., к. м. н., [karimovdo@gmail.com](mailto:karimovdo@gmail.com),  
Якупова Т. Г., [tanya.kutlina.92@mail.ru](mailto:tanya.kutlina.92@mail.ru)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека», г. Уфа, Россия

Токсические поражения печени занимают одно из ведущих мест в структуре заболеваний, связанных с воздействием химических веществ. В развитии заболеваний печени главная роль отводится активации свободнорадикальных процессов. К веществам, которые способствуют развитию поражения печени при поступлении в организм человека и животных, относятся более 40 групп химических веществ. При этом для моделирования токсического поражения печени у животных широко используются такие соединения, как тетрахлорметан (далее — ТХМ), этанол и парацетамол, способные вызывать окислительный стресс.

Устойчивость организма к окислительному стрессу во многом определяется активностью систем антиоксидантной защиты, способных обезвреживать образующиеся активные формы кислорода. Успешность работы данных механизмов связана с экспрессией множества генов. Важная роль в антиоксидантной защите отводится металлосодержащим ферментам супероксиддисмутазам, которые катализируют реакцию взаимодействия супероксидных радикалов с образованием перекиси водорода и молекулярного кислорода. Фермент супероксиддисмутаза-1, кодируемый геном *Sod1*, участвует в антиокислительном ответе клеток. Значительная часть фермента находится в цитоплазме клеток, однако он был обнаружен и в межмембранном пространстве митохондрий печени крыс.

Целью нашей работы было изучение влияния ТХМ, этанола и парацетамола на экспрессию гена *Sod1* в печени крыс.

Работа выполнена на беспородных крысах-самцах массой 170–190 г. Токсиканты вводили следующим образом: 50 %-й масляный раствор ТХМ в дозе 2 г/кг подкожно, этанол в дозе 5 г/кг внутривенно и суспензия парацетамола в воде с 1 % крахмалом в дозе 0,1 г/кг — перорально. Крысы контрольной группы получали подкожно оливковое масло. Материал для исследований отбирали через 24 и 72 ч после воздействия химических веществ (по 7 животных). Выделение тотальной РНК из замороженных в жидком азоте образцов печени крыс проводили с использованием набора ExtractRNA (ЗАО «Евроген», Россия). Реакцию обратной транскрипции осуществляли с применением реагентов MMLV RT kit (ЗАО «Евроген», Россия). Оценку количества мРНК исследуемого гена в печени проводили методом количественной полимеразной цепной реакции в режиме реального времени на приборе Rotor-Gene Q (Qiagen, Германия). Для математической обработки полученных экспериментальных данных применяли t-критерий Стьюдента. Различия считали статистически значимыми при уровне значимости  $p < 0,05$ .

Нами представлены результаты анализа экспрессии гена *Sod1* в печени крыс в разное время после интоксикации ТХМ, парацетамолом и этанолом: через 24 и 72 ч. Наиболее выраженный ответ через 24 ч был получен при использовании ТХМ, кратность экспрессии достигла  $-1,18 \pm 0,18$ , в отличие от парацетамола, при котором экспрессия гена *Sod1* составила  $0,65 \pm 0,55$ . Вместе с тем через 72 ч происходило значительное снижение активности данного гена, вызванное этанолом, в отличие от небольшого подавляющего эффекта парацетамола. В целом такие результаты свидетельствуют о различиях в механизмах развития окислительного стресса при воздействии гепатотоксичных веществ. Важно подчеркнуть, что от выраженности окислительного стресса во многом зависит транскрипционная активность гена *Sod1*, регулирующего состояние антиоксидантной системы. Обнаруженные изменения в уровне экспрессии исследуемого гена позволяют предположить, что введение ТХМ и этанола сопровождается развитием более высокого уровня окислительного стресса в сравнении с введением парацетамола. Согласно опубликованным данным, высокая транскрипционная активность генов антиоксидантных ферментов совпадает с повышением степени окислительного повреждения белков, что подтверждает связь между окислительным стрессом и экспрессией мРНК антиоксидантных ферментов.

Таким образом, проведенное нами исследование позволяет оценивать экспрессию гена *Sod1* как возможный диагностический, так и прогностический показатель поражения печени при действии токсикантов.

*Исследование выполнено при поддержке гранта Республики Башкортостан молодым ученым от 07.02.2020 г. № УГ-43 «О присуждении в 2020 году грантов Республики Башкортостан молодым ученым».*

Поступила 02.11.2020

## **ЦИТОТОКСИЧНОСТЬ ФТОРСОДЕРЖАЩИХ ПРОИЗВОДНЫХ ИНДАЗОЛОНОВ НА КУЛЬТУРЕ КЛЕТОК HEPG2 И MCF-7**

*Огурцова С.Э., к. б. н., svetaogurtsova2011@mail.ru,  
Панибрат О.В., miss.panibrat@yandex.by,  
Чукарина Т.В., tatanka@front.ru,  
Хлебникова Т.С., к. х. н., khlebnicova@iboch.by,  
Пивень Ю.А., к. х. н., piven.ya@gmail.com,  
Зинович В.Г., к. х. н., nikozinovka@gmail.com,  
Лаввич Ф.А., д. х. н., профессор, академик, lakhvich@iboch.by*

Государственное научное учреждение «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

В последние десятилетия наблюдается повышенное внимание к индазолону и другим пиразол-содержащим конденсированным системам, обусловленное широким спектром их биологической активности. Индазолы и их производные проявляют противоопухолевую, противогрибковую, противовоспалительную активность; обладают антисептическим и жаропонижающим действием; яв-

ляются антагонистами дофаминовых рецепторов и регуляторами деятельности центральной нервной системы. Значительный интерес представляют содержащие индазольный фрагмент гетероциклические соединения с противоопухолевым действием и проявляющие меньшую токсичность, чем другие противоопухолевые лекарственные средства. Показано, что результатом их противоопухолевого действия является ингибирование клеточной пролиферации и гибель опухолевых клеток. Этот эффект достигается путем воздействия на различные мишени в клетке: протеинкиназы (тирозинкиназы FGFR-2, VEGFR-2, cKit, FLT3, митоген-активируемые протеинкиназы и др.), белок теплового шока HSP90, участвующие в регуляции клеточного цикла.

Цель работы — изучить цитотоксичность производных 6,7-дигидроиндазолонов *in vitro* в отношении клеточных линий MCF-7 и HepG2.

В работе исследовали 21 образец новых производных 6,7-дигидроиндазолонов, синтезированных в лаборатории простагландинов Института биоорганической химии НАН Беларуси. В качестве объектов исследования использованы линии опухолевых клеток человека: карцинома молочной железы MCF-7 и карцинома печени человека HepG2. Линии клеток получены из Российской коллекции клеточных культур (Институт цитологии РАН, г. Санкт-Петербург). Клетки культуры MCF-7 и HepG2 инкубировали при 37 °С в течение 72 ч в присутствии исследуемых соединений в концентрациях 0,1, 0,5, 1, 10, 50, 100 мкМ. Также клетки инкубировали отдельно с доксорубицином в концентрации  $10^{-6}$  М в тех же условиях, что и исследуемые образцы. Контрольную группу клеток инкубировали в тех же условиях, что и исследуемые образцы, в отсутствие соединений. После инкубации оценивали жизнеспособность клеток методом МТТ-теста по стандартному протоколу. Жизнеспособность в контрольной культуре клеток принимали за 100 %. Жизнеспособность клеток в присутствии исследуемого соединения рассчитывали по формуле: жизнеспособность, % = ОП опытных лунок / ОП контрольных лунок × 100 %, где ОП — оптическая плотность. Концентрация препарата, которая вызывает 50 % ингибирование жизнеспособности клеток ( $IC_{50}$ ), рассчитана графически по дозозависимой кривой в программе MS Excel. Все эксперименты проведены в трех повторах. Статистическая значимость составила  $p < 0,05$ .

Анализ влияния синтезированных соединений на распределение клеток линии HepG2 по фазам клеточного цикла и частоту клеток с признаками апоптоза проведен с использованием проточного цитометра Beckman Coulter FC500. Анализ проводили с использованием программного обеспечения Kaluza, Beckman Coulter. В качестве препарата сравнения использовали цисплатин. Эксперименты проведены в трех повторах. Различия между группами данных оценивали с помощью t-критерия Стьюдента, достоверными считали результаты при  $p < 0,05$ .

Цитотоксический эффект производных индазолонов, определенный МТТ-тестом, имеет выраженный дозозависимый характер, индивидуальный для каждого соединения. Установлено, что при воздействии исследуемых веществ в диапазоне концентраций 0,1, 0,5, 1 и 10 мкМ клетки не только сохраняли жизнеспособность, но также были способны к росту и пролиферации. Согласно данным, полученным в ходе исследования, производные индазолонов с лабораторными шифрами Ind-7, Ind-10 и Ind-12 проявили достоверный цитотоксический эффект в концентрациях 50 и 100 мкМ в отношении как клеток MCF-7, так и HepG2. Производные индазолонов Ind-7, Ind-10 и Ind-12 снижали рост опухолевых клеток MCF-7 при концентрации 50 и 100 мкМ на ~ 75–80 %, а на линии клеток HepG2 снижение роста опухолевых клеток достигало 90 %. К действию изученных соединений более чувствительна была линия карциномы печени человека HepG2.

Проведенные исследования позволили определить эффективные концентрации соединений, вызывающие 50 % ингибирование выживаемости клеток (далее —  $IC_{50}$ ). Активными считали соединения, у которых  $IC_{50}$  была  $\leq 50$  мкМ. Наибольшую активность проявили: Ind-7, Ind-10, Ind-12. Диапазон  $IC_{50}$  активных соединений колебался в пределах от 20 до 30 мкМ. Разница между  $IC_{50}$  варьировалась в зависимости от клеточной культуры.

Проанализировано влияние наиболее активных производных индазолонов Ind-7, Ind-10, Ind-12 по отношению к линии клеток HepG2 на распределение опухолевых клеток по фазам клеточного цикла, частоту апоптотических клеток.

Установлено, что исследуемые фторсодержащие производные индазолонов Ind-7, Ind-10, Ind-12 ингибируют рост клеток и вызывают апоптоз через остановку клеточного цикла в фазе G2/М. Так, культивирование клеток линии HepG2 с Ind-7, Ind-10, Ind-12 сопровождалось увеличением в 2 раза количества клеток в G2/М-фазе цикла по сравнению с аналогичным значением в контрольной культуре ( $p < 0,01$ ), при этом наблюдалось уменьшение числа клеток в G1-фазе клеточного цикла ( $p < 0,05$ ). Задержка клеток в G2/М-фазе клеточного цикла свидетельствует об антипролиферативном влиянии фторсодержащих производных индазолонов. Исследуемые

соединения Ind-7, Ind-12 не влияли на S-фазу (за исключением соединения Ind-10). Как следствие остановки клеточного цикла на G2/M-фазе цикла увеличивался уровень апоптоза в 9–12 раз при введении исследуемых соединений. Предполагается, что механизм цитотоксического действия исследуемых соединений в отношении опухолевых клеток связан с индукцией их гибели по механизму апоптоза вследствие нарушений регулярного клеточного цикла, а именно задержки опухолевых клеток в фазе G2/M.

Образцы фторсодержащих производных 6,7-дигидроиндазолонов продемонстрировали цитотоксичность в отношении клеток рака молочной железы человека MCF-7 и карциномы печени человека HepG2. Обнаружена высокая цитотоксическая активность у 3 из 21 исследованного соединения с лабораторными шифрами Ind-7, Ind-10, Ind-12. Полученные результаты свидетельствуют о том, что данные образцы производных индазолонов являются перспективными для углубленного изучения их противоопухолевой активности в условиях *in vivo*.

Поступила 26.10.2020

## ВЛИЯНИЕ КАРНОЗИНА И ЛИПОВОЙ КИСЛОТЫ НА ПОКАЗАТЕЛИ ЛИПИДНОГО ОБМЕНА У КРЫС, ПОЛУЧАВШИХ ВЫСОКОКАЛОРИЙНЫЙ РАЦИОН

Трусов Н. В., [nikkitosu@yandex.ru](mailto:nikkitosu@yandex.ru),  
Балакина А. С., [balakina.a.s@yandex.ru](mailto:balakina.a.s@yandex.ru),  
Гусева Г. В., к. б. н., [mailbox@ion.ru](mailto:mailbox@ion.ru),  
Макаренко М. А., [dragon.soul92@rambler.ru](mailto:dragon.soul92@rambler.ru),  
Сото Селада Х., к. м. н., [jsotoc@mail.ru](mailto:jsotoc@mail.ru),  
Аксенов И. В., к. м. н., [aksenov@ion.ru](mailto:aksenov@ion.ru)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Неалкогольная жировая болезнь печени (далее — НАЖБП) относится к числу наиболее распространенных алиментарных заболеваний и характеризуется существенным увеличением содержания жира в печени. Поступающие с рационом минорные биологически активные соединения могут оказывать выраженное профилактическое действие на развитие различных алиментарных заболеваний. Карнозин, как и липоевая кислота, является природным антиоксидантом и может препятствовать развитию метаболических нарушений при заболеваниях, сопутствующих НАЖБП (например, диабете). Целью работы являлось изучение влияния карнозина и липоевой кислоты на показатели липидного обмена у крыс на фоне развития НАЖБП. Эксперимент проводили на четырех группах крыс (по 8 животных в группе с исходной средней массой тела  $150 \pm 10$  г) в течение 8 недель. Животные 1-й группы (контроль) получали стандартный полусинтетический рацион (энергетическая ценность (далее — ЭЦ) = 3,9 ккал/г рациона, в т. ч. жира 9 % от ЭЦ); 2-й — высококалорийный холинодефицитный рацион (далее — ВКХДР): ЭЦ = 4,9 ккал/г рациона, в т. ч. жира 40 % и фруктозы 20 % от ЭЦ). Крысы в 3-й и 4-й группе получали соответственно карнозин (в дозе 75 мг/кг м. т.) и липоевую кислоту (в дозе 75 мг/кг м. т.) в составе ВКХДР. Воду давали *ad libitum*, рацион — из расчета 20 г сухого корма на крысу в сутки (за исключением группы 1, получавшей количество корма, равное по массе рациону 2-й группы, — парное кормление).

В печени крыс определяли содержание общего жира, триглицеридов (далее — ТГ) и холестерина (далее — ХС), определяли уровни экспрессии генов ферментов липидного обмена *Fasn* (синтаза жирных кислот), *Acaca* (ацетил-КоА-карбоксилаза), *Scd* (стеарил-КоА-десатураза). В плазме крови измеряли уровни ТГ, общего ХС, ХС липопротеинов высокой (далее — ХС ЛПВП) и низкой плотности (далее — ХС ЛПНП), уровень свободных жирных кислот (далее — СвЖК).

У крыс, получавших ВКХДР, было выявлено увеличение содержания в печени общего жира (в 3,4 раза), ТГ (в 8,1 раза) и общего ХС (в 2,9 раза) по сравнению с контрольной группой. Включение карнозина в состав ВКХДР не оказывало статистически значимого влияния на изученные показатели; липоевой кислоты — приводило к повышению в 1,5 раза содержания общего жира и ТГ в печени крыс 4-й группы по сравнению с животными 2-й группы. При этом в плазме крови уровни общего

ХС, ХС ЛПВП и ХС ЛПНП не изменялись, а уровни ТГ и СвЖК снижались в группах 2, 3 и 4 на 24, 50, 70 % и 32, 30, 47 % соответственно. Экспрессия гена *Fasn* была снижена на 50 % в группах 2 и 4 и на 30 % в группе 3, *Scd* — была снижена на 74, 93 и 96 % в группах 2, 3 и 4 соответственно, экспрессия гена *Acaca* была повышена на 16 % в группе 2 (ВКХДР), на 95 % в 3-й группе животных, получающих карнозин в составе ВКХДР, и не отличалась от контроля в группе 4.

Таким образом, потребление крысами ВКХДР приводило к накоплению липидов в печени — характерному признаку НАЖБП, при этом включение в состав ВКХДР карнозина не оказывало существенного влияния, а липоевой кислоты — способствовало развитию гепатостеатоза.

Наряду с этим было выявлено снижение уровня СвЖК (на 32 %) в плазме крови, что может представлять существенный интерес для последующего раскрытия механизма развития НАЖБП у крыс, получавших ВКХДР.

*Научно-исследовательская работа проведена за счет средств субсидии на выполнение государственного задания (№ 0529–2019–0058).*

Поступила 30.10.2020

## Раздел 7

# МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ. СТАТЬИ

## ОКИСЛЕНИЕ ТИАМИНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ УЛЬТРАФИОЛЕТА И ФОТОСЕНСИБИЛИЗИРОВАННОЕ РИБОФЛАВИНОМ ОКИСЛЕНИЕ ТИАМИНА ПОД ДЕЙСТВИЕМ ВИДИМОГО СВЕТА

<sup>1</sup> Агейко С. А.,

<sup>2</sup> Степура В. И., доцент, к. ф.-м. н.,

<sup>3</sup> Травкина М.,

<sup>3</sup> Янцевич А. В., доцент, к. х. н.,

<sup>1</sup> Степура И. И., доцент, к. б. н., *sceपुरa@gmail.com*

<sup>1</sup> Республиканское унитарное предприятие «Институт биохимии биологически активных соединений Национальной академии наук Беларуси», г. Гродно, Республика Беларусь;

<sup>2</sup> Учреждение образования «Гродненский государственный университет им. Я. Купалы», г. Гродно, Республика Беларусь;

<sup>3</sup> Государственное научное учреждение «Институт биоорганической химии Национальной академии наук Беларуси», г. Минск, Республика Беларусь

Целью работы является изучение образования продуктов фотолиза тиамин и его производных в водных растворах, содержащих аминокислоты и белки, под воздействием ультрафиолета UVB-диапазона и синглетного кислорода, а также проведение идентификации продуктов фотолиза тиамин спектрально-флуоресцентными методами, методами ВЭЖХ и масс-спектропии.

Обсуждается роль ультрафиолета UVB-диапазона в разрушении и окислительной трансформации тиамин и его фосфорных эфиров в коже, а также в оптической и кровеносной системе глаза, и в ингибировании тиамин-зависимых ферментов.

Тиамин (Т) (или витамин В<sub>1</sub>) является важнейшим незаменимым фактором питания и используется в организме в качестве структурного компонента молекулы тиаминдифосфата (далее — TDP). TDP является кофактором таких важнейших ферментов энергетического метаболизма, как пируватдегидрогеназа и а-кетоглутаратдегидрогеназа. TDP также является кофактором транскетолазы, ключевого фермента пентозофосфатного цикла [1].

Показано, что после воздействия ультрафиолета (UVB-диапазон,  $\lambda$  280–315 нм) на водные растворы Т в нейтральной и кислой средах основными продуктами фотолиза являются тиазолон тиамин ( $m/z = 280,09$ ), 2-метил-4-амино-5-аминометил-пиримидин ( $m/z = 138,090$ ), максимумы поглощения в абсорбционном спектре 233 нм и 272 нм, а также фрагменты тиазолового компонента молекулы Т. В небольших количествах образуются тиохром и оксодигидротиохром. Эти продукты фотолиза Т образуются после воздействия ультрафиолета на его водные растворы.

Учитывая высокое внутриклеточное содержание белков и высокие значения коэффициентов молярной экстинкции для остатков триптофана и тирозина можно считать, что они полностью экранируют поглощение Т длин волн короче 300 нм, и прямое действие ультрафиолета на внутриклеточный Т или TDP невозможно.

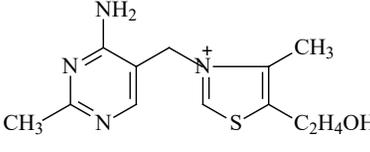
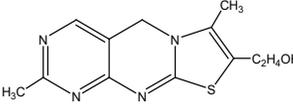
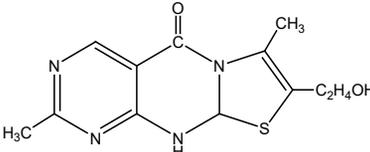
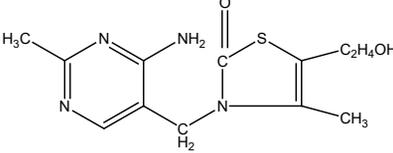
Ионизирующее и ультрафиолетовое излучение (далее — UV) вызывает повреждение и гибель клеток вследствие как прямого воздействия на структуру ДНК и белков, так и генерации активных форм кислорода и активных карбонильных соединений, оказывающих повреждающее действие. Белки составляют до 70 % от сухого веса клеток и тканей, поэтому во многих случаях служат важной мишенью воздействия UV или ионизирующего излучения [2]. Индолное кольцо триптофана (далее — Trp), а также тирозильные остатки обладают наиболее высоким поглощением в ближнем UV-диапазоне среди хромофорных групп (исключая простетические) входящих в состав белков. В результате прямого воздействия ультрафиолета на белки образуются возбуж-

денные состояния тирозильных и триптофанильных остатков (синглетных или триплетных) либо соответствующие свободные радикалы вследствие фотоионизации триптофанильных и тирозильных остатков [3].

Показано, что молекулы тиамина взаимодействуют с долгоживущими феноксильными радикалами кристаллинов из хрусталика глаза быка, инактивируют их, а сами молекулы Т окисляются с образованием тиохрома (таблица 1). Т и кислород также конкурируют за триптофанильные радикалы, возникшие вследствие фотоионизации триптофана или триптофанильных остатков кристаллинов под действием ультрафиолета диапазона UVB. Пероксидные радикалы триптофанильных остатков белков окисляют Т в тиохром [3].

Другие важнейшие процессы, приводящие к окислению белков, связаны с генерацией синглетного кислорода ( $^1O_2$ ) благодаря переносу энергии с возбужденных ароматических аминокислотных остатков белка, в первую очередь остатков тирозина (далее — Tyr) и Trp, на молекулы кислорода в основном, триплетном состоянии. В результате этой реакции образуется  $^1O_2$  [4].

Таблица 1. — Структурные формулы Т, продуктов окислительной трансформации Т и величины m/z их молекулярных ионов

Соединение, масса изотопологов (частота встречаемости)	Структурная формула	m/z молекулярных ионов, интенсивность
Тиамин (Т) Массы изотопологов: $M_0 = 265,1123$ (81,8 %) $M_1 = 266,1149$ (12,7 %) $M_2 = 267,1102$ (4,7 %)	 (I)	265,1115 [ $M_0$ ] <sup>+</sup> (100 %) 266,1143 [ $M_1$ ] <sup>+</sup> (13 %) 267,1086 [ $M_2$ ] <sup>+</sup> (3 %)
Тиохром (TChr) Массы: $M_0 = 262,0888$ (81,9 %) $M_1 = 263,0914$ (12,6 %) $M_2 = 264,0867$ (4,7 %)	 (II)	263,096 [ $M_0+H$ ] <sup>+</sup> (100 %) 264,097 [ $M_1+H$ ] <sup>+</sup> (15 %)
Оксодигидроотиохром (ODTChr) Массы: $M_0 = 278,0837$ (81,7 %) $M_1 = 279,0863$ (12,6 %) $M_2 = 280,0819$ (4,9 %)	 (III)	279,091 [ $M_0+H$ ] <sup>+</sup> (100 %) 280,094 [ $M_1+H$ ] <sup>+</sup> (14 %)
Тиамин-тиазолон (ТТ) Массы: $M_0 = 280,0994$ (81,78 %) $M_1 = 281,1020$ (12,64 %) $M_2 = 282,0974$ (5,06 %)	 (IV)	280,09926 [ $M_0$ ] <sup>+</sup> 281,106 [ $M_0+H$ ] <sup>+</sup>

Следовательно, при воздействии UV на водные растворы Tyr, Trp или водные растворы белков генерируются  $^1O_2$ , а также феноксильные и триптофанильные свободные радикалы, которые локализованы на соответствующих аминокислотных остатках белков, окисляющих Т и фосфорные эфиры Т. Т не поглощает электромагнитное излучение с длинами волн больше 300 нм и устойчив к действию УФ в области UVA и видимого света. Однако в организме присутствует целый ряд хромофоров и простетических групп ферментов белков, способных генерировать  $^1O_2$  под действием видимого света. Рибофлавин, витамин B<sub>6</sub>, белки, содержащие ковалентно связанные фосфолипидные остатки с первичными аминогруппами (аминогруппами остатков лизина, α-аминогруппами N-конца полипептидной цепи белковой макромолекулы), поглощают электромагнитное излучение видимого диапазона.

Кожа и органы зрения человека в наибольшей степени подвержены воздействию солнечного ультрафиолетового излучения. Наиболее злокачественные заболевания этих органов, такие как рак и катаракта, развиваются примерно у половины населения земного шара, перешагнувшего рубеж 65 лет.

Как известно, продолжительное воздействие ультрафиолетового излучения на глаза вызывает образование активных форм кислорода, которые, наиболее вероятно, ответственны за развитие различных дегенеративных процессов, в том числе катаракты. Защитные механизмы против повреждающего действия окислительного стресса, вызванного излучением, включают прямой перехват свободных радикалов, возрастание продукции НАД(Р)Н, поглощение ультрафиолета. Внешняя поверхность роговицы покрыта многослойным эпителием, и она играет роль барьера, отделяющего внутренние структуры глаза от внешней среды, препятствует всасыванию слезной жидкости, является фильтром, ослабляющим повреждающее действие ультрафиолетового излучения. Т, тиамин-зависимые ферменты, вероятно, играют важную роль в защите роговицы и хрусталика глаза от повреждения активными формами кислорода и азота. Ранее показано, что Т эффективно тушит синглетный кислород, который генерируется рибофлавином, инактивирует тирозильные и триптофанильные радикалы аминокислотных остатков макромолекул, образующиеся при воздействии ультрафиолета, а также при воздействии высокоокисленных форм гемопротеинов.

В метаболизме роговицы преобладает фосфоглюконатный окислительный путь, который использует более 50 % потребляемой глюкозы. Транскетолаза, тиамин-зависимый ключевой фермент фосфоглюконатного окислительного пути, составляет 10–15 % от общего количества водорастворимых ферментов роговицы мышей. Фосфоглюконатный путь также, наряду с гликолизом, играет важную роль в обмене углеводов в хрусталике [2].

Таким образом, интенсивный свет УФ может окислять TDP и вызывать не только повреждение белковых клеточных структур, но и инактивацию тиамин-зависимых ферментов.

Разрушение ультрафиолетом тиамина и особенно TDP, который является кофактором тиамин-зависимых ферментов, вызывает их инактивацию и, вероятно, способствует развитию дегенеративных процессов в клеточных структурах глаза.

## Литература

1. *Островский, Ю.М.* Тиамин / Ю.М. Островский // Наука и техника. — Минск, 1971.
2. *Metzler, D.E.* Biochemistry. The Chemical Reactions of Living Cells / D.E. Metzler // N.Y.: Academic Press. — 1977. — Vol. 2.
3. *Степура, И.И.* Ингибирование тиамином фотолиза тирозина, триптофана, тирозинильных и триптофанильных остатков белков под действием ультрафиолета / И.И. Степура [и др.] // Материалы Белорусско-Польско-Литовского конгресса «Биохимия и молекулярная биология»: сб. науч. статей; вып. 1: «Посттрансляционная модификация белков», Гродно. — 2017. — С. 68–88.
4. *Фут, Х.* Фотосенсибилизированное окисление и синглетный кислород. Биологические следствия // в сб. «Свободные радикалы в биологии» / ред. У. Прайор. — М., 1979. — С. 96–150.
5. *Степура, И.И.* Фотосенсибилизированное рибофлавином окисление тиамина в водных растворах при воздействии ультрафиолета и видимого излучения // И.И. Степура [и др.] // Вести. Серия биологических наук. — 2020. — Т. 65. — № 2. — С. 199–211.

Поступила 30.10.2020

# ОПРЕДЕЛЕНИЕ НАТАМИЦИНА В ПОЛИМЕРНЫХ ПОКРЫТИЯХ ДЛЯ СЫРА МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

Андриевская Е. В., [KateAndrievskaya@yandex.ru](mailto:KateAndrievskaya@yandex.ru),  
Воронцова О. С., [voroncovaolga@gmail.com](mailto:voroncovaolga@gmail.com),  
Войтенко С. И., [wojtenkosvetlana@mail.ru](mailto:wojtenkosvetlana@mail.ru),  
Бельшева Л. Л., [lbelysheva@gmail.com](mailto:lbelysheva@gmail.com)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Натамицин представляет собой фунгицидный противогрибковый препарат, образуемый бактериями *Streptomyces natalensis*. Данный консервант применяется для поверхностной обработки сыров, что позволяет сохранять продукт без изменения питательной ценности, внешнего вида, вкуса и структуры.

Согласно требованиям [1], максимально допустимый уровень содержания натамицина в поверхностном слое сыра на глубине до 5 мм составляет 1 мг/дм<sup>2</sup>. Для контроля содержания натамицина применяется ГОСТ ISO 92332–2017 [3]. Стандарт устанавливает метод определения массовой доли натамицина на уровне более 0,5 мг/кг в сырах и массы натамицина на единицу площади поверхности сырной корки в количестве более 0,03 мг/дм<sup>2</sup>. Определение осуществляется методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с диодно-матричным детектированием.

Технологически натамицин относительно прост в применении. На производстве его либо распыляют на поверхность продуктов, либо раствором натамицина обрабатывают поверхность оборудования.

На предприятиях используются такие полимерные покрытия, в состав которых входит натамицин не в виде кристаллического порошка, а в виде готовой суспензии, которая разводится в рекомендованном соотношении с водой.

Для того чтобы соответствовать требованиям по содержанию натамицина в готовой продукции, производителям необходимо проводить соответствующие расчеты количественного содержания данного вещества в используемых полимерных покрытиях при производстве сыра. На данный момент не существует официально утвержденной методики определения содержания натамицина в покрытиях для сыра [2].

Цель работы — разработать и валидировать методику определения содержания натамицина в полимерных покрытиях для сыра методом высокоэффективной жидкостной хроматографии.

При разработке методики следует учитывать все особенности физических свойств натамицина. Натамицин не имеет цвета, запаха, вкуса. Его УФ-спектр раствора имеет максимумы при  $\lambda = 220, 290, 303, 318$  нм и минимумы при  $\lambda = 250, 295,5, 311$  нм [4, 5]. Он плохо растворим в воде и большинстве органических растворителей, хорошо растворим в метаноле.

При разработке методики основное внимание уделялось стадиям пробоподготовки и хроматографическому анализу. Так, была исследована возможность использования в качестве подвижной фазы буферных растворов с разным значением pH, а также применения для экстракции различных экстрагентов.

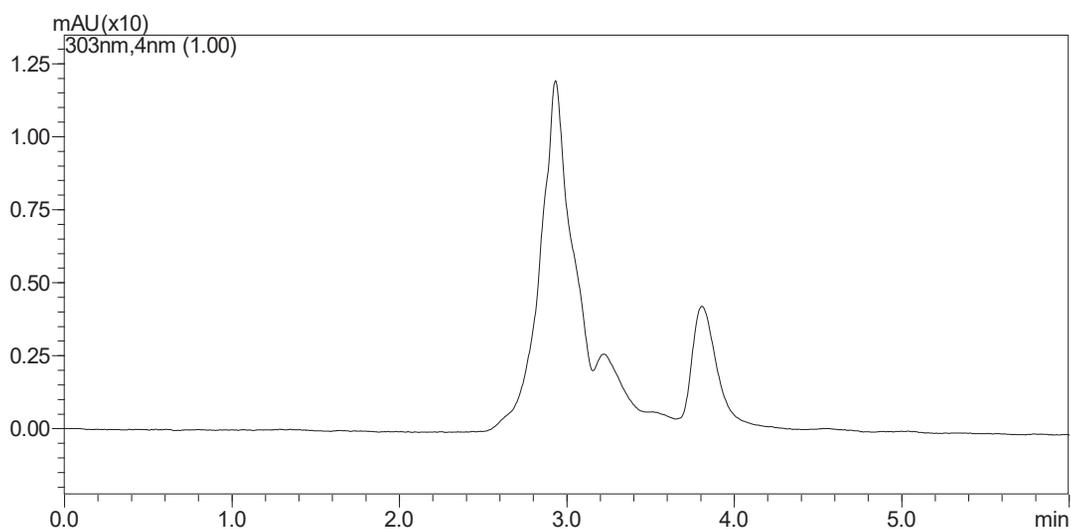
Подготовка пробы осуществлялась следующим образом: навеску образца полимерного покрытия массой до 1,0 г помещали в коническую колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, добавляли 50 см<sup>3</sup> ацетатного буферного раствора. Содержимое колбы тщательно перемешивали и затем медленно вносили 50 см<sup>3</sup> органического экстрагента. Экстрагирование натамицина проводили в ультразвуковой бане в течение 15 мин. при температуре плюс 40,0 °С с дальнейшим термостатированием до комнатной температуры в темном месте в течение 30 мин. Очистку экстракта проводили отстаиванием фильтрата на холоде при минус 20,0 °С в течение 30 мин, после чего быстро охлажденную надосадочную жидкость отфильтровывали через бумажный фильтр, а затем через мембранный фильтр Millipore с размером пор 0,45 мкм. Далее растворы хроматографировали.

При экстракции натамицина из покрытия основной проблемой являлось образование липкой полимерной пленки, образующейся при соприкосновении с органическими растворителями (ацетонитрилом, этанолом и др.). Поэтому их применение в качестве основного экстрагента не представляется возможным, необходимо использование смеси органического экстрагента с буферным

водным раствором. В ходе данной работы была исследована возможность использования ацетонитрила и метанола в качестве компонента экстрагирующей смеси.

Условия экстракции варьировались с целью отделения натамицина от примесей сопутствующих веществ, которые могут присутствовать в составе покрытий. Эффективность проводимой экстракции оценивали по отделению пика натамицина от сопутствующих веществ на хроматограмме.

На рисунке 1 представлены результаты исследований, полученные при использовании в качестве экстрагирующего раствора смеси — ацетатный буферный раствор (pH 4,7) : ацетонитрил (1:1, об. %). Как видно из рисунка, извлечения натамицина не произошло, что связано с его плохой растворимостью в компонентах данной экстрагирующей смеси. При этом на хроматограмме видны сигналы, принадлежащие другим компонентам полимерного покрытия — сорбиновой и бензойной кислотам.



**Рисунок 1. — Хроматограммы, полученные при анализе полимерного покрытия для сыра, экстрагент — смесь — ацетатный буферный раствор (pH 4,7): ацетонитрил (1:1, об. %)**

На рисунках 2 представлены результаты исследований, полученные при использовании в качестве экстрагирующего раствора смеси — ацетатный буферный раствор (pH 4,7) : ацетонитрил : метанол (1:1:1, об. %) и смеси — ацетатный буферный раствор (pH 4,7) : ацетонитрил : метанол (1:1:2, об. %). Как видно из рисунка 2, натамицин экстрагировался в обоих случаях, однако добавление в состав смеси большего количества метанола позволило лучше отделить анализируемое вещество от мешающих обнаружению сигналов, при этом время удерживания натамицина на хроматографической колонке также увеличилось.

На рисунке 3 представлены результаты исследований, полученные при использовании в качестве экстрагирующего раствора смеси — ацетатный буферный раствор (pH 4,7): метанол (1:1, об. %). На хроматограмме виден четкий пик натамицина, отделенный от пиков примесей.

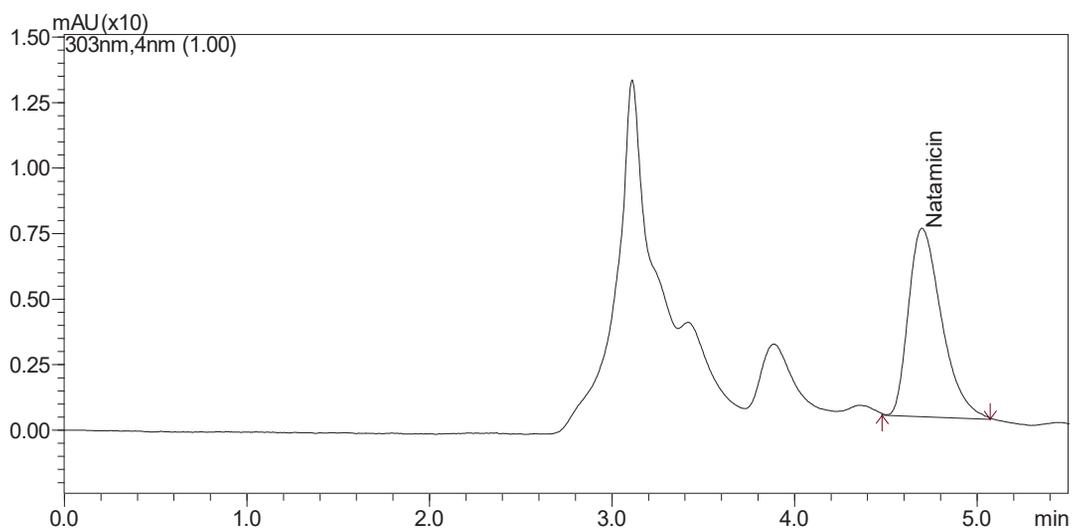
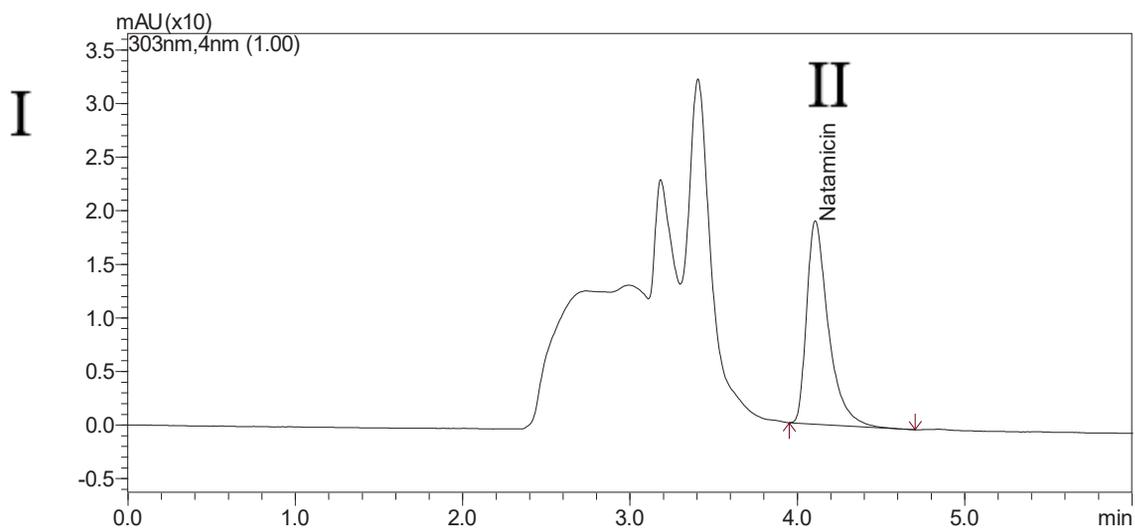
Таким образом, наилучшую эффективность в качестве экстрагента показала смесь — ацетатный буферный раствор (pH 4,7) : метанол (1:1, об. %).

Исследования проводились с использованием жидкостного хроматографа Shimadzu LC — 20 Prominence (Япония), оснащенного диодно-матричным детектором.

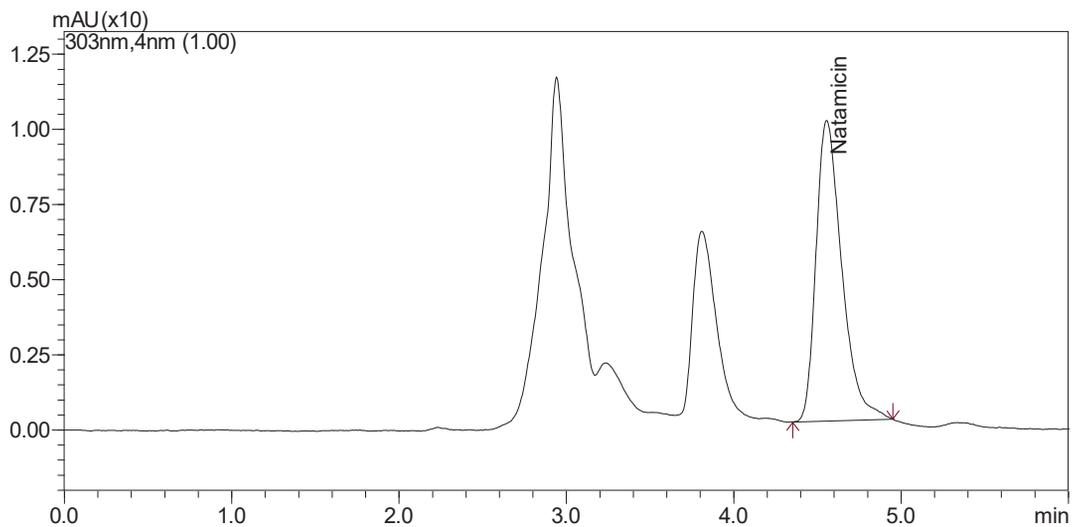
Для разделения сложно-компонентных смесей выбрана и в дальнейшем применялась колонка Agilent, Eclipse Plus C 18 (USA), размером 250 × 4,6 мм, с сорбентом, размер зерна которого равен 5 мкм. Режим хроматографирования: температура колонки — 35 °С, подвижная фаза — смесь — ацетатный буферный раствор : метанол. Элюирование проводили в изократическом режиме смесью ацетатный буферный раствор : метанол (30:70, об. %). Скорость подачи подвижной фазы — 1,0 см<sup>3</sup>/мин, объем вводимой пробы — 20 мкл. Регистрацию сигнала проводили при длине волны 303 нм. Время выхода натамицина — 4,5 минуты.

Идентификация хроматографических пиков проводилась по времени удерживания в колонке и характерному спектру для натамицина.

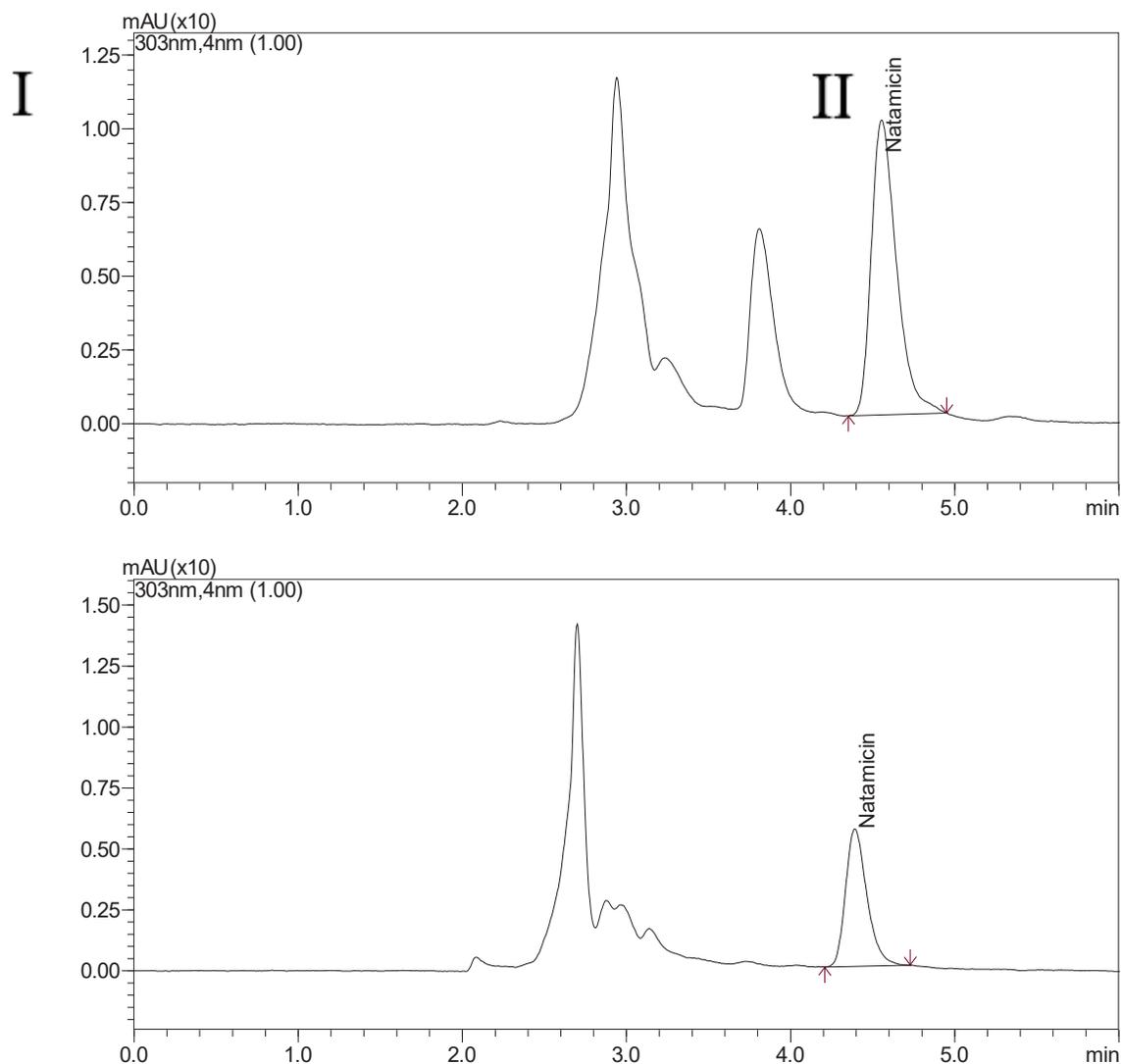
Для оптимизации условий хроматографирования была исследована возможность применения в качестве подвижной фазы ацетатного буферного раствора с pH 4,7 и pH 2,0. На рисунке 4



**Рисунок 2. — Хроматограммы, полученные при анализе полимерного покрытия для сыра, I экстрагент — смесь — ацетатный буферный раствор (pH 4,7) : ацетонитрил : метанол (1:1:1, об. %); II экстрагент — смесь — ацетатный буферный раствор (pH 4,7) : ацетонитрил : метанол (1:1:2, об. %)**



**Рисунок 3. — Хроматограммы, полученные при анализе полимерного покрытия для сыра, экстрагенты — смесь — ацетатный буферный раствор (pH 4,7) : метанол (1:1, об. %)**



**Рисунок 4. — Хроматограммы, полученные при анализе полимерного покрытия для сыра,  
 I подвижная фаза — ацетатный буферный раствор (pH 4,7);  
 II подвижная фаза — ацетатный буферный раствор (pH 2,0)**

представлены хроматограммы, полученные в обоих случаях. При использовании буферного раствора с pH 2,0 наблюдается лучшее отделение пика натамицина от мешающих определению примесей.

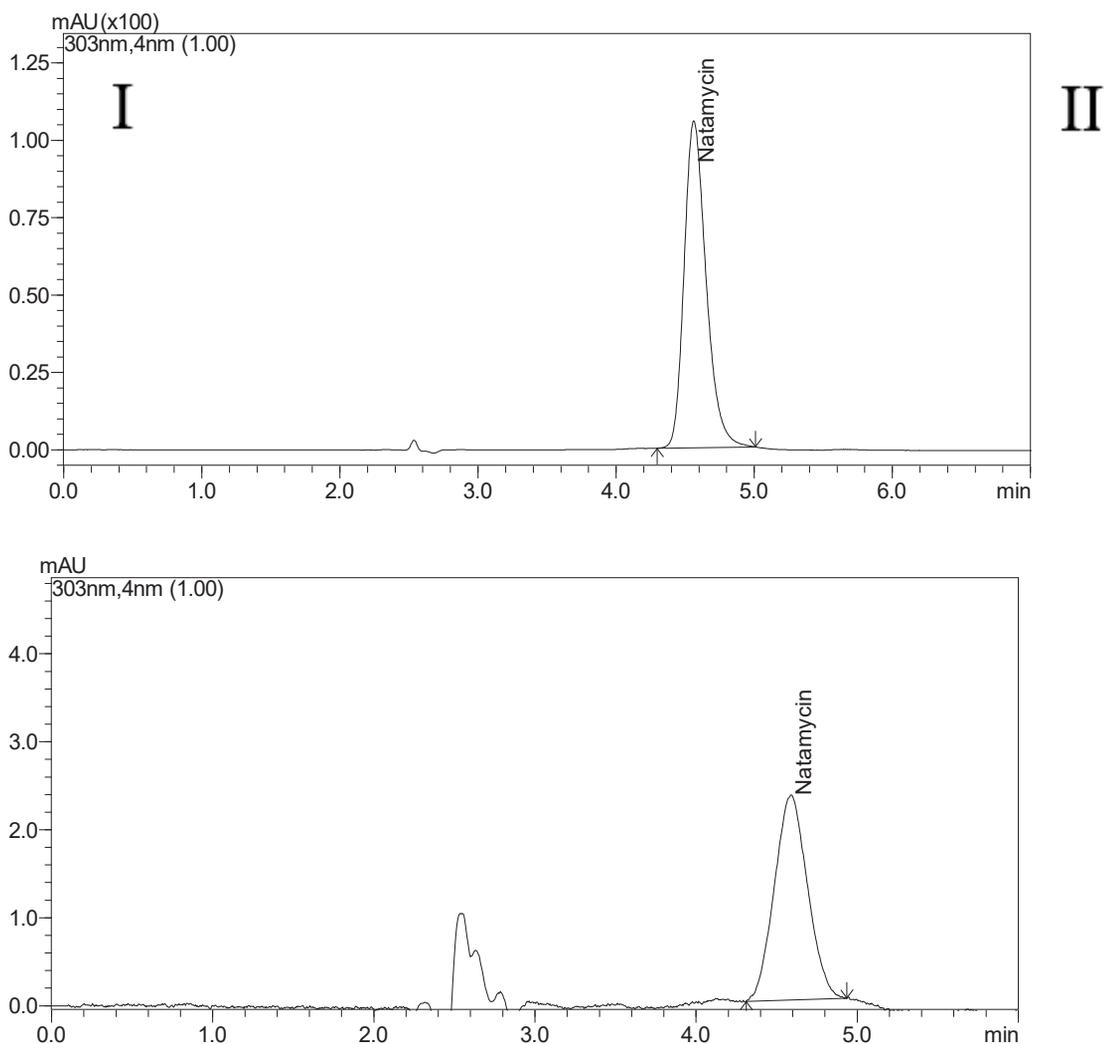
Для построения градуировочного графика использовали метанольные растворы натамицина в диапазоне концентраций 2,0–10,0 мкг/см<sup>3</sup>. Градуировочный график, характеризующий зависимость площади пика от концентрации натамицина, носит линейный характер. Коэффициент корреляции 0,999 %.

На рисунке 5 представлены хроматограммы стандартного раствора натамицина с концентрацией 6,0 мкг/см<sup>3</sup>, которые являются серединой точкой градуировочного графика, и хроматограмма натамицина, выделенного из полимерного покрытия с концентрацией 300,0 мг/кг.

Из рисунка 5 видно, что пик натамицина четкий, и время выхода совпадает с временем выхода стандартного образца.

Согласно разработанной методике исследовано 6 образцов полимерных покрытий с различным содержанием натамицина. Полученные данные сравнивались со значениями, указанными в технических документах (ТД) на исследуемую продукцию. Результаты представлены в таблице 1.

Как видно из таблицы 1, степень извлечения натамицина составляет 97,9–99,9 %. Показатель повторяемости варьируется от 0,8–4,7 %.



**Рисунок 5. — Хроматограммы, полученные при определении натамицина с помощью разработанной методики, I хроматограмма градуировочного раствора натамицина с концентрацией 6,0 мкг/см<sup>3</sup>; II хроматограмма натамицина, выделенного из полимерного покрытия с концентрацией 300,0 мг/кг**

**Таблица 1. — Результаты определения натамицина в полимерных покрытиях для сыра, полученные методом высокоэффективной жидкостной хроматографии**

Наименование образца	Содержание натамицина, мг/кг						Степень извлечения, %
	по ТД	X <sub>1</sub>	X <sub>2</sub>	X <sub>3</sub>	X <sub>ср</sub>	Sr, %	
Покрытие № 1, РБ	300	290,4	295,7	297,6	294,4	2,8	98,2
Покрытие № 2, РБ	600	590,2	595,3	588,6	590,8	4,7	98,5
Покрытие № 3, РБ	150	147,4	145,9	149,4	147,5	2,1	97,9
Покрытие № 4, Голландия	800	800,8	809,1	797,6	801,4	1,6	98,4
Покрытие № 5, Италия	1000	997,3	996,6	1002,4	998,6	0,8	99,9

Таким образом, в результате проведенных исследований подобраны оптимальные условия пробоподготовки и хроматографического анализа натамицина в полимерных покрытиях для сыра, установлено, что наилучшего отделения пика аналита от примесей можно добиться при использовании в качестве экстрагента смеси — ацетатный буферный раствор (рН 4,7) : метанол (1:1, об.%), а в качестве подвижной фазы — смесь — ацетатный буферный раствор (рН 2,0) : метанол (соотношение 30:70 по объему). Разработана методика определения натамицина в полимерных покрытиях для сыра методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. Степень извлечения натамицина составляет 97,9–99,9%. Показатель повторяемости варьируется от 0,8–4,7 %.

Методика пригодна для идентификации и количественного определения натамицина в покрытиях для сыра. Также, варьируя условия проведения пробоподготовки и анализа, можно в дальнейшем разработать методику одновременного определения натамицина и других веществ, входящих в состав покрытий. В частности, сорбиновой и бензойной кислот, которые наряду с натамицином могут быть использованы в качестве консервантов и содержание которых также нормируется.

## Литература

1. ГОСТ ISO 92332–2017. Сыры, сырные корки и плавленые сыры. Определение содержания натамицина. Часть 2. Метод высокоэффективной жидкостной хроматографии для сыров, сырных корок и плавленых сыров. Введ. 2017–04–20. — Минск, 2017. — 11 с.
2. Определение пищевой добавки Е 235 в полимерных покрытиях для сыра методом высокоэффективной жидкостной хроматографии / О. С. Воронцова, Л. Л. Белышева, С. И. Войтенко, К. В. Маркова // Здоровье и окружающая среда. — 2018. — С. 108–110.
3. Технический регламент Таможенного союза (ТРТС021/2011). О безопасности пищевой продукции: утв. Решением Комиссии Таможенного союза от 09.12.2011 г. № 880. — Минск, 2011. — 242 с.
4. A novel and rapid method for determination of natamycin in wines based on ultrahigh-performance liquid chromatography coupled to tandem mass spectrometry: validation according to the 2002/657/EC European decision / Leonardo Mariño Repizo, Luis Dante Martinez, Roberto A. Olsina, Soledad Cerutti, Julio Raba // Anal Bioanal Chem. 2012–402. Pages 965–973.
5. Rapid method to determine natamycin by HPLC-DAD in food samples for compliance with EU food legislation / R. Paseiro-Cerrato, P. Otero-Pazos, A. Rodríguez-Bernaldo de Quirós, R. Sendón, I. Angulo, P. Paseiro-Losada // Food Control. Volume 33. Issue 1. September 2013. Pages 262–267.

Поступила 11.11.2020

## ХАРАКТЕРИСТИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОДЫ ИСТОЧНИКОВ НЕЦЕНТРАЛИЗОВАННОГО ПИТЬЕВОГО ВОДОСНАБЖЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

*Буневич Н. В., к. х. н., spectral\_rspch@mail.ru,  
Фираго А. В., water@rspch.by,  
Гуринович Т. А., spectral\_rspch@mail.ru,  
Маскалевич Н. В., nadyamaskalevich@mail.ru,  
Гуд С. Н., slw2307@mail.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Вода — один из наиболее важных природных ресурсов. Природные воды (подземные и поверхностные) отличаются разнообразием химического состава и не всегда могут служить источником питьевого водоснабжения без предварительной водоподготовки.

Химический состав природной воды зависит в основном от природы подземного водоносного горизонта, в котором она залегает, а также от ряда других причин: глубины источника, загрязненности почвы удобрениями в результате сельскохозяйственной деятельности, сбросов в водоемы отходов промышленных предприятий, попадания в водоносный слой загрязнений от свалок. Кроме того, на состав воды также влияют атмосферные осадки, климатические условия, время года и т. д.

Качество воды из индивидуальных скважин, колодцев и родников не всегда контролируется органами и учреждениями государственного санитарного надзора. Именно поэтому в случае индивидуальной системы водоснабжения для каждого пользователя очень важно знать качество потребляемой воды.

*Цель работы* — провести оценку уровня загрязнения воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения Республики Беларусь.

Более 20 лет на Республиканском унитарном предприятии «Научно-практический центр гигиены» (далее — Центр) проводятся испытания воды из индивидуальных скважин, колодцев и родни-

ков по показателям качества и безопасности. За период 2016–2020 гг. исследовано более 1000 проб воды из индивидуальных скважин и колодцев.

Требования, предъявляемые к качеству воды, зависят от ее назначения. Питьевая вода должна быть безвредной по химическому составу, безопасной в эпидемическом и радиационном отношении и иметь благоприятные органолептические свойства. Пригодность природных вод для использования в нецентрализованном водоснабжении устанавливается санитарными нормами, правилами и гигиеническими нормативами «Гигиенические требования к источникам нецентрализованного питьевого водоснабжения населения», утв. постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь № 105 от 02.08.2010 (далее — СанПиН, утв. пост. МЗ РБ № 105 от 02.08.2010). Кроме того, нормирование дополнительных показателей осуществляется в соответствии с санитарными правилами и нормами СанПиН 10–124 РБ 99 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества» (далее — СанПиН 10–124 РБ 99).

Программы испытаний для воды из скважин и колодцев, разработанные в Центре, учитывают индивидуальные особенности подземного или поверхностного источника, а также цель использования воды. Программы испытаний включают определение как интегральных показателей (водородный показатель, общая жесткость, сухой остаток, перманганатная окисляемость), так и индивидуальных показателей (нитраты, железо, марганец и др.). При необходимости программа испытаний может быть расширена (например, определение микробиологических показателей, тяжелых металлов и др.) или сокращена.

Для определения физико-химических показателей воды используются следующие методы испытаний:

- жидкостная ионообменная хроматография для определения содержания растворенных анионов (хлоридов, фторидов, нитратов, нитритов, фосфатов, сульфатов);
- капиллярный электрофорез и жидкостная ионообменная хроматография — содержание растворенных катионов (кальция, магния, натрия, калия, аммония);
- пламенная атомно-абсорбционная спектрометрия — содержание тяжелых металлов (железо, марганец и др.);
- ионометрия — водородный показатель, гидрокарбонаты, щелочность;
- фотометрия — цветность, мутность, содержание двухвалентного железа.

В Республике Беларусь основной проблемой источников питьевой воды является повышенное содержание железа, марганца и нитратов, что подтверждается проведенными исследованиями.

По результатам испытаний проведена оценка физико-химических показателей воды из индивидуальных скважин и колодцев (таблица 1, 2). Установлено несоответствие санитарно-химических показателей для воды из индивидуальных скважин в 57 % исследуемых проб, для колодезной воды — в 76 %, что обусловлено многими факторами как природного, так и антропогенного происхождения.

Таблица 1. — Результаты испытаний воды из индивидуальных скважин Республики Беларусь

Наименование показателя, единицы измерения	Результаты испытаний		Требования	
	минимальное — максимальное значения	среднее значение	СанПиН, утв. пост. МЗ РБ № 105 от 02.08.2010	СанПиН 10–124 РБ 99
Водородный показатель, единиц рН	6,6–9,5	7,6	6–9	6–9
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	115–601	241,8	Не более 1500	Не более 1000
Перманганатная окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,25–8,2	1,4	Не более 7	Не более 5,0
Общая жесткость, ммоль/дм <sup>3</sup> (мг-экв/дм <sup>3</sup> )	2,0–10,6	4,0	Не более 10,0	Не более 7,0
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,1–88,2	13,2	Не более 45,0	Не более 45,0
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	1,5–68,7	15,1	Не более 350	Не более 350
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	1,2–96,4	18,3	Не более 500	Не более 500
Фториды, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,10–0,65	0,2	Не установлены	Не более 1,5
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,005–7,83	1,3	Не установлены	Не более 0,3
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,0025–0,42	0,08	Не установлены	Не более 0,1

Таблица 2. — Результаты испытаний воды из индивидуальных колодцев Республики Беларусь

Наименование показателя, единицы измерения	Результаты испытаний		Требования	
	минимальное — максимальное значения	среднее значение	СанПиН, утв. пост. МЗ РБ № 105 от 02.08.2010	СанПиН 10-124 РБ 99
Водородный показатель, единиц рН	6,7–9,3	7,7	6–9	6–9
Сухой остаток, мг/дм <sup>3</sup>	105–693	322,9	Не более 1500	Не более 1000
Перманганатная окисляемость, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,25–17,3	2,3	Не более 7	Не более 5,0
Общая жесткость, ммоль/дм <sup>3</sup> (мг-экв/дм <sup>3</sup> )	1,2–12,0	4,9	Не более 10,0	Не более 7,0
Нитраты, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,1–176,5	29,6	Не более 45,0	Не более 45,0
Хлориды, мг/дм <sup>3</sup>	5,6–97,4	34,8	Не более 350	Не более 350
Сульфаты, мг/дм <sup>3</sup>	5,9–105,2	42,1	Не более 500	Не более 500
Фториды, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,10–0,43	0,16	Не установлены	Не более 1,5
Железо, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,005–5,51	0,55	Не установлены	Не более 0,3
Марганец, мг/дм <sup>3</sup>	Менее 0,0025–0,27	0,06	Не установлены	Не более 0,1

Вода из колодцев и неглубоких скважин (до 20–25 м) довольно часто имеет высокий уровень загрязнения по некоторым показателям, среди которых выделяется нитратное загрязнение, реже — фосфатное. К повышенному содержанию нитратов и фосфатов в природных водах может приводить интенсивное использование в сельском хозяйстве минеральных удобрений. Другим источником поступления нитратов может являться антисанитарное состояние близлежащей территории. Вода из колодцев характеризуется высоким содержанием нитратов: установлено превышение гигиенического норматива (не более 45 мг/дм<sup>3</sup>) до 3,9 раза и отмечено несоответствие в 37 % случаев.

Одним из важных показателей загрязнения воды колодцев и скважин является перманганатная окисляемость, которая характеризует общее загрязнение воды соединениями органического происхождения. В результате проведенных испытаний установлено, что максимальное содержание органических соединений превысило допустимое в 3,5 раза.

Высокий уровень загрязнения проб воды из скважин (каждая третья проба) отмечается по содержанию железа, которое в природные воды поступает в результате выщелачивания железомарганцевых руд и других минералов почвогрунтов. При несоответствии природной воды по содержанию железа в 36 % случаев имело место превышение гигиенического норматива (не более 0,3 мг/дм<sup>3</sup>) в 5 и более раз. Кроме того, в 13 % случаев наблюдалось одновременное превышение содержания железа и марганца. При содержании железа в питьевой воде в концентрациях выше нормы она становится мутной, приобретает желто-бурую окраску, горьковатый металлический привкус.

В некоторых случаях вода из скважин обладает неприятным запахом, что обусловлено, как правило, высоким содержанием сероводорода (растворенного в воде газа). Он образуется при разложении белка в результате жизнедеятельности анаэробных бактерий, живущих в лишенной кислорода среде. По содержанию сероводорода обнаруживалось значительное превышение норматива (не более 0,003 мг/дм<sup>3</sup>) — до 12 раз.

Одним из интегральных показателей воды является «общая жесткость», обусловленная присутствием в воде катионов кальция и магния. Несоответствие по данному показателю в природных водах наблюдалось Менее чем в 8 % случаев. Повышенная жесткость ухудшает органолептические свойства воды, оставляет отложение солей жесткости при кипячении и на нагревательных элементах приборов, снижает эффективность моющих средств, способствует образованию известковых отложений на сантехнике.

Результаты испытаний аккредитованной лаборатории являются основой для принятия решений о возможности употребления воды из скважины или колодца. Периодичность испытаний зависит от объекта анализа и цели использования воды — для бытовых нужд или употребления в пищу. Не следует анализировать воду из скважины сразу же после ее бурения. С целью получения объективных результатов скважина (колодец) должна интенсивно эксплуатироваться не по назначению в течение трех-четырех недель. Исследование воды желательно проводить до и после установки системы очистки. Первый анализ нужен для правильного подбора фильтров (компонентов системы очистки),

второй — для контроля их эффективности. Кроме того, после проведения ремонтных работ в скважине или замены системы очистки воды также необходимо проводить анализ воды из скважины (колодца).

Следует отметить, что полученные результаты испытаний воды из индивидуальных скважин и колодцев позволяют:

- оценить качество и безопасность воды, принять решение о возможности ее употребления;
- оценить необходимость очистки воды в зависимости от целей ее применения, подобрать систему очистки и доочистки питьевой воды;
- оценить эффективность системы очистки;
- контролировать стабильность химического состава воды на протяжении сезонных изменений;
- проводить мероприятия по устранению причин ухудшения качества воды (например, чистку источников, промывку, ремонт и т. д.);
- выбрать другой источник питьевого водоснабжения из имеющихся на данной территории водных объектов.

Таким образом, полученные результаты испытаний являются основой для принятия решений о возможности использования воды из скважин и колодцев в питьевых и бытовых целях или же, при необходимости, установки эффективных систем очистки воды. Следует отметить, что во всех подземных и поверхностных источниках качество воды различное. В каждом источнике, особенно поверхностном, характер воды меняется с течением времени. Поэтому, чтобы вовремя принять необходимые меры для защиты здоровья населения, необходимо периодически осуществлять контроль качества и безопасности источников нецентрализованного питьевого водоснабжения.

Поступила 11.11.2020

## **АНАЛИЗ СОВРЕМЕННЫХ СТАНДАРТИЗОВАННЫХ МЕТОДОВ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТАХ, ПИТЬЕВОЙ ВОДЕ И ВОЗДУХЕ РАБОЧЕЙ ЗОНЫ**

*Зайцев В. А., к. м. н., доцент, spectrometric@rspch.by,  
Велентей Ю. Н., spectrometric@rspch.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В настоящее время в научной литературе и интернет-источниках существует большое количество публикаций о физических и химических методах анализа химических элементов в самых разных объектах. Наибольший интерес для экологии и гигиены представляет определение химических элементов в пищевых продуктах и питьевой воде, что одновременно является как научной, так и практической задачей.

Существующие методы анализа различаются принципиальными подходами и приборным оформлением, чувствительностью, длительностью выполнения и многими другими факторами. Обоснованность выбора метода зависит от объекта исследований / испытаний и задач, стоящих перед специалистом-аналитиком.

Содержание химических элементов регламентировано санитарными нормами и правилами, гигиеническими нормативами и техническими регламентами. Методы, которые используются для получения точных и достоверных данных, должны быть стандартизованы.

Алгоритм определения содержания элементов в пищевых продуктах имеет следующую последовательность. Первым этапом является пробоподготовка, которая заключается в деструкции органической матрицы, в которой необходимо оценить содержание химических элементов. Матрица минерализуется (озоляется) под воздействием концентрированной серной и/или азотной кислоты с перекисью водорода при высокой температуре, часто в сочетании с высоким давлением. В такой агрессивной среде происходит растворение матрицы, и соли химических соединений переходят в раствор минерализата.

Процедуры пробоподготовки регламентированы действующими нормативными документами и распространяются на матрицы, для которых они разработаны. Так, ГОСТ 31671–2012

(EN 13 805:2002) [1] устанавливает метод кислотной минерализации проб пищевых продуктов при повышенном давлении, предназначенный для использования при определении следовых элементов.

Затем по стандартизованным методам атомно-абсорбционной спектроскопии (пламенной, электротермической, с генерацией гидридов и холодного пара), масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, оптической эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой или вольтамперометрии выполняется аналитическое определение химических элементов в пробах различных матриц.

В аналитических лабораториях Республики Беларусь для определения содержания свинца, кадмия, цинка, меди, хрома и железа в пищевых продуктах используют стандарт СТБ EN 14082–2014 «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди, железа и хрома с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии после сухого озоления» [2]. В основу указанного стандарта положен метод атомно-абсорбционной спектроскопии в пламени и в графитовой печи и сухого озоления при температуре 450 °С (сжигание в муфельной печи).

ГОСТ EN 14084–2014 «Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди и железа с помощью атомно-абсорбционной спектроскопии после микроволнового разложения» [3] применим к различным типам пищевых продуктов, кроме масел, жиров и других продуктов с крайне высоким содержанием жира. Стандарт основан на атомно-абсорбционной спектроскопии, пробы минерализуют с помощью микроволнового разложения.

Вышеописанные стандарты неприменимы к определению мышьяка и ртути, которые являются одними из основных токсичных элементов, присутствующих в пищевых продуктах.

Для определения массовой доли мышьяка в пищевых продуктах используют ГОСТ 33411–2015 «Сырье и продукты пищевые. Определение массовой доли мышьяка методом атомной абсорбции с генерацией гидридов» [4]. Данный стандарт базируется на методе атомной абсорбции с генерацией гидридов. ГОСТ 33411–2015 предусматривает сухое озоление пробы, растворение полученной золы в соляной кислоте и восстановление присутствующего в растворе мышьяка (V) под действием иодида калия и аскорбиновой кислоты до мышьяка.

В аналитических лабораториях Республики Беларусь и стран Таможенного союза для определения содержания ртути широко используют ГОСТ 33412–2015 «Сырье и продукты пищевые. Определение массовой доли ртути методом беспламенной атомной абсорбции» [5].

Вышеописанные методики подходят для использования в разных пищевых продуктах и сырье, однако, согласно ГОСТ EN 13804–2013, для конкретного пищевого продукта более предпочтительна методика, регламентированная специальным стандартом для данного продукта, в сравнении с методикой, распространяющейся на все пищевые продукты.

При анализе химических элементов в питьевой воде наиболее широко используемым в Республике Беларусь и странах Таможенного союза является ГОСТ 31870–2012. Данный стандарт распространяется на питьевые, в том числе расфасованные, и природные (поверхностные и подземные) воды, в том числе источники водоснабжения, и устанавливает два метода определения массовой концентрации элементов: 1) определение содержания алюминия, бария, бериллия, ванадия, висмута, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, селена, серебра, сурьмы, титана, хрома, цинка методом атомно-абсорбционной спектроскопии с электротермической атомизацией; 2) определение содержания алюминия, бария, бериллия, бора, ванадия, висмута, вольфрама, железа, кадмия, калия, кальция, кобальта, кремния, лития, магния, марганца, меди, молибдена, мышьяка, натрия, никеля, олова, свинца, селена, серебра, стронция, сурьмы, теллура, титана, хрома, цинка методом атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой.

Другим широко востребованным в Республике Беларусь методическим стандартом является СТБ ISO 11885–2011, который позволяет определять массовые концентрации 35 элементов (алюминий, сурьма, мышьяк, барий, бериллий, висмут, бор, кадмий, кальций, хром, кобальт, медь, галлий, индий, железо, свинец, литий, магний, марганец, молибден, никель, фосфор, калий, селен, кремний, серебро, натрий, стронций, сера, олово, титан, вольфрам, ванадий, цинк и цирконий) в природной (поверхностной и подземной), питьевой и сточной воде. Этот методический документ очень интересен тем, что в нем заложена возможность валидации на другие матрицы, что позволяет значительно расширить спектр применения стандарта, например на пищевые продукты.

В отличие от пищевых продуктов и питьевой воды для оценки содержания химических элементов в пробах воздуха существуют единичные стандарты. В частности, в воздухе рабочей зоны содержание металлов оценивают по ГОСТ Р ИСО 15202–3–2008. Твердые частицы аэрозоля, содержа-

щие металлы и металлоиды, улавливают путем прокачки воздуха известного объема через фильтр, установленный в пробоотборнике, предназначенном для улавливания соответствующей фракции твердых частиц аэрозоля. Выбирают методику растворения пробы из приведенных в ГОСТ Р ИСО 15202-2-2014, подходящую для определения конкретных металлов и металлоидов, с учетом значений ПДК, установленных для этих металлов и металлоидов, применимости способов извлечения (путем растворения) определяемых металлов и металлоидов, из материалов, которые могут присутствовать в анализируемом воздухе, а также наличия необходимого лабораторного оборудования. Фильтр с пробой затем обрабатывают для перевода определяемых металлов и металлоидов в раствор в соответствии с выбранной методикой растворения пробы. Полученный раствор анализируют методом атомной эмиссионной спектрометрии с индуктивно связанной плазмой. Методики подготовки проб, приведенные в ГОСТ Р ИСО 15202-2-2014, также пригодны для использования методов анализа на основе атомно-абсорбционной спектрометрии и масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой.

Таким образом, для аналитического определения химических элементов в пищевых продуктах, питьевой воде и воздухе рабочей зоны наиболее применимы методы атомно-абсорбционной спектрометрии с различными типами атомизации образца и атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой. Все вышеперечисленные методы анализа имеют достаточную чувствительность, необходимую для оценки ПДК или допустимых уровней загрязнения.

Применение рентгено-флюоресцентных методов для анализа химических элементов в пищевых продуктах, питьевой воде и воздухе рабочей зоны необоснованно, так как эти методы не обладают достаточным уровнем чувствительности для указанных объектов.

Вместе с тем использование методов анализа химических элементов, основанных на масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой, для оценки загрязнения (но не мониторинга!) перечисленных объектов, также нельзя признать обоснованным, так как масс-спектрометрический анализ не подходит для рутинных исследований, он более дорогостоящий и сложный в методическом выполнении в сравнении со стандартизованными атомно-абсорбционными и атомно-эмиссионными методами.

## Литература

1. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Подготовка проб методом минерализации при повышенном давлении: ГОСТ 31671-2012 (EN 13 805:2002). — Введ. 2016-01-01. — Минск: Госстандарт, 2016. — 12 с.
2. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди, железа и хрома с помощью атомно-абсорбционной спектрометрии после сухого озоления: СТБ EN 14082-2014. — Введ. 2015-07-01. — Минск: Госстандарт, 2014. — 20 с.
3. Продукты пищевые. Определение следовых элементов. Определение содержания свинца, кадмия, цинка, меди и железа с помощью атомно-абсорбционной спектрометрии после микроволнового разложения: ГОСТ EN 14084-2014. — Введ. 2018-04-01. — Минск: Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2014. — 20 с.
4. Сырье и продукты пищевые. Определение массовой доли мышьяка методом атомной абсорбции с генерацией гидридов: ГОСТ 33411-2015. — Введ. 2016-08-01. — Минск: Евразийский совет по стандартизации, метрологии и сертификации, 2015. — 20 с.
5. Сырье и продукты пищевые. Определение массовой доли ртути методом беспламенной атомной абсорбции: ГОСТ 33412-2015. — Введ. 2016-08-01. — Минск: Госстандарт, 2015. — 20 с.

Поступила 11.11.2020

## ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКОТОКСИНОВ В КЭРОБЕ

Киселева М.Г., к. х. н., [mg\\_kiseleva@ion.ru](mailto:mg_kiseleva@ion.ru),  
Чалый З.А., [brew@ion.ru](mailto:brew@ion.ru)

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Плоды рожкового дерева широко используются в пищевой промышленности, в первую очередь для получения галактоманнанов (Е 410, камедь рожкового дерева), применяемых в качестве загустителей и стабилизаторов. Не менее распространенным продуктом является кэроб — порошок высушенных плодов рожкового дерева. Он позиционируется как продукт «здорового питания», «полезный сахар» и заменитель какао [1]. Кэроб содержит растворимые сахара, главным образом сахарозу, а также фруктозу и глюкозу; пищевые волокна; макро- (кальций, калий, магний, фосфор) и микроэлементы (железо, цинк, марганец). Показано, что он является источником антиоксидантов (полифенолов, проантоцианидинов, эллаги- и галлотаннинов, лигнанов) [2].

Кэроб производится главным образом в странах Средиземноморья, Индии, Чили и Аргентине. Причем в Евразии и Африке для получения кэроба культивируют бобовые рода *Ceratonia* (*C. siliqua* L.), а в Южной Америке — рода *Prosopis* (*P. flexuosa*). Жаркий климат, благоприятный для их произрастания, способствует росту и токсинообразованию основных продуцентов наиболее опасных микотоксинов — плесневых грибов родов *Penicillium* и *Aspergillus*. В литературе практически отсутствуют данные о загрязненности кэроба микромицетами и микотоксинами. В 2020 г. Мом с соавт. опубликовал результаты исследования контаминации образцов кэроба из Аргентины: в большинстве образцов были выявлены *A. flavus* (продуцент афлатоксинов (далее — АФЛ) В1 и В2) и *A. niger*, а также *P. citrinum* [3]. 8 из 11 исследованных образцов были контаминированы афлатоксинами, концентрация АФЛ В1 достигала 19 мкг/кг. Целью настоящего исследования было изучение содержания микотоксинов в образцах кэроба, представленных на рынке России.

Методом обращенно-фазовой высокоэффективной хроматографии с тандемным масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ–МС/МС) в режиме положительной электрораспылительной ионизации при атмосферном давлении и динамического мониторинга избранных переходов в подготовленных пробах определяли основные токсичные метаболиты наиболее распространенных фитопатогенов и сапротрофов растительного сырья. В перечень фузариотоксинов вошли дезоксиниваленол (далее — ДОН) и его ацетилпроизводные (3- и 15-АцДОН), фузаренон Х (далее — ФУЗХ), неосоланиол (далее — НЕОС), Т-2 и НТ-2 токсины, зеараленон (далее — ЗЕА), фумонизины В1 и В2 (далее — ФВ1 и ФВ2), метаболиты *Alternaria* были представлены альтенуеном (далее — АЛТ), тентоксином (далее — ТЕ), альтернариолом (далее — АОН) и его метиловым эфиром (далее — АМЭ). Среди метаболитов *Aspergillus* и *Penicillium* детектировали афлатоксины В1, В2, G1 и G2 (АФЛ В1, В2, G1 и G2), стеригматоцистин (далее — СТЦ), охратоксин А (далее — ОТА), микофеноловую (далее — МФК) и циклопиазоновую (далее — ЦПК) кислоты, цитринин (далее — ЦИТ) и цитреовиридин (далее — ЦТВ). ВЭЖХ система (Agilent 1200) была соединена с тройным квадрупольным масс-спектрометрическим детектором (Agilent TSQ 6410). Хроматографическая колонка: Zorbax SB-C18, 150 × 4,6 мм, 3,5 мкм. Подвижные фазы: (А) вода-ацетонитрил (95: 5, % об.); (В) ацетонитрил-вода (95: 5, % об.), обе модифицированы муравьиной кислотой (0,2, % об.) и формиатом аммония (1 мМ). Схема градиента: старт — 0 % В, линейный рост до 95 % В в течение 30 мин, до 35 мин — 95 % В, линейное уменьшение до 0 % В в течение 30 с, уравнивание до 41 мин. Параметры масс-спектрометрического детектирования (массы материнского и не менее двух ионов-продуктов (для количественного определения и подтверждающий переход), напряжение на фрагменторе и энергия соударения были определены с помощью программного обеспечения путем автоматического ввода индивидуальных стандартных растворов микотоксинов в ВЭЖХ–МС/МС систему.

Проанализировано 17 образцов кэроба, отобранных в торговой сети Москвы. Для подготовки проб применяли модифицированный метод QuEChERS, предложенный Bessaire с соавт. для определения микотоксинов в образцах зеленого кофе [4]. Из тщательно перемешанного образца в центрифужную пробирку объемом 50 мл отбирали навеску массой 1,0 г, добавляли 10 мл дистиллированной воды, перемешивали и оставляли на 10 мин для набухания. Приливали 10 мл ацетонитрила, подкисленного уксусной кислотой (1 %, об.), перемешивали и помещали в ультразвуковую ванну на 10 мин, затем встряхивали на шейкере в течение еще 10 мин. После этого в пробирку добавляли 1,0 г хлорида натрия и 4,0 г безводного сульфата магния, тщательно перемешивали на вортексе

в течение 30 с. и центрифугировали с ускорением около 100 g. Ацетонитрильную фракцию объемом 3 мл отдували в токе азота и перерастворяли последовательным добавлением 100 мкл метанола и 400 мкл воды milliQ. Полученный раствор центрифугировали, супернатант переносили в хроматографическую виалу для анализа. Анализ образцов проводили в 3 повторностях.

Для количественного определения использовали внешние градуировки на «чистой» матрице. Минимальные определяемые концентрации (далее — МОК), рассчитанные по 10- $\sigma$  критерию, составили 52 мкг/кг для ДОН и 15-Ац-ДОН, 26 мкг/кг — для ФУЗХ и 3-Ац-ДОН, 17 мкг/кг — для МФК, 8,5 мкг/кг — для ЦТВ и ЦПА, 6,8 мкг/кг — для АЛТ, АОН, АМЭ и НТ-2 токсина, 3,4 мкг/кг — для ФВ1, АФЛ G2, ЗЕА, 1,7 мкг/кг — для НЕОС, ЦИТ, ТЕ и Т-2 токсина, 0,7 мкг/кг — для ОТА и ФВ2, 0,3 мкг/кг — для АФЛ G1, В2 и 0,15 мкг/кг — для СТЦ и АФЛ В1. Степени извлечения МТ варьировали от 60 до 91 %.

В исследованных образцах было обнаружено 14 микотоксинов (таблица 1).

Таблица 1. — Содержание микотоксинов в образцах кэроба. Mycotoxins in the studied carob samples (n=17)

Микотоксин (Mycotoxin)	Положительных проб, % (positives, %)	Содержание, мкг/кг (Concentration, mg/kg)			
		мин. (min)	макс. (max)	среднее (mean)	медиана (median)
АФЛ В1 / AFL B1	53	< МОК / < LOQ	0,59	0,20	0,16
АФЛ G1 / AFL G1	18	3 образца (3 samples): < МОК / < LOQ			
СТЦ / STC	47	0,20	0,85	0,45	0,45
ОТА	41	< МОК / < LOQ	5,1	1,9	1,2
ФВ2 / FB2	47	< МОК / < LOQ	4,9	2,2	1,4
АЛТ / ALT	6	1 образец (1 sample): 19,3			
АОН	41	11,6	43,5	26,1	26,7
АМЭ / AME	12	2 образца (2 samples): 12,2 и 11,6			
ТЕ / TTX	100	< МОК / < LOQ	35,1	18,0	21,5
ЦИТ / CIT	53	< МОК / < LOQ	4,7	2,7	2,4
МФК / MPA	100	74	2659	535	252
ЦПК / CPA	88	< МОК / < LOQ			

Фузариотоксины в исследованных образцах обнаружены не были. Исключение составляет ФВ2. Традиционно этот микотоксин относят к метаболитам *Fusarium*. Наряду с ФВ1 он является характерным контаминантом кукурузы и продуцируется главным образом *F. verticillioides*. В последнее время появляются данные, подтверждающие способность микромицетов *Aspergillus* секции *Nigri* продуцировать ОТА и ФВ2 (Zhang Hao, 2020). Учитывая, что другие метаболиты видов *Fusarium* не были детектированы, можно предположить, что и в данном случае контаминация ФВ2 связана с представителями *Aspergillus*. Токсигенные штаммы этого рода продуцируют наиболее опасные микотоксины — АФЛ В1, В2, G1, G2, а также СТЦ — биогенный предшественник АФЛ В1. Показано, что половина (47–53 %) исследованных образцов была контаминирована АФЛ В1, СТЦ, ФВ2. В 2 из 17 исследованных образцов эти микотоксины выявлены не были. В 6 был обнаружен только один из них, причем в большинстве случаев это был АФЛ В1 (таблица 2). В 8 образцах одновременно присутствовали два микотоксина: в одном АФЛ В1 + ФВ2, в двух — АФЛ В1 + СТЦ. Интересно, что чаще других (5 образцов) выявляли сочетание ФВ2 и СТЦ. Один образец был контаминирован тремя микотоксинами одновременно.

Таблица 2. — Совместная контаминация ФВ2, АФЛ В1 и СТЦ образцов кэроба. Co-occurrence of FB1, AFL B1 and STC in carob

Образец	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17
ФВ2 / FB2				•		•		•	•	•				•	•	•	
АФЛ В1 / AFL B1	•		•		•			•			•	•	•			•	•
СТЦ / STC			•	•		•				•		•		•	•	•	

Примечание: знаком • отмечены положительные образцы. Points indicate positive samples.

Среди метаболитов *Penicillium* в образцах кэроба были детектированы ОТА (частота обнаружения — 41 %), ЦИТ (53 %), ЦПК (88 %) и МФК (100 %). Не менее распространенным оказался микотоксин *Alternaria* TE, он был выявлен во всех исследованных образцах. Другие альтернариатоксины — АОН, АМЭ и АЛТ — присутствовали в 41, 12 и 6 % образцов соответственно. Полученные результаты свидетельствуют о подверженности кэроба и сырья для его производства грибной инвазии микромицетами *Aspergillus*, *Penicillium* и *Alternaria*.

Действующие в настоящее время регламенты о безопасности пищевых продуктов в части микотоксинов не распространяются на кэроб. Содержание в исследованных образцах АФЛ В1 и СТЦ можно сравнить с максимально допустимым уровнем (далее — МУ) АФЛ В1 в чае, кофе и какао: 5 мкг/кг согласно ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции». Максимальные уровни контаминации оказались на порядок ниже МУ. Другие микотоксины в чае, кофе или какао в странах Таможенного союза не регламентируются. В качестве референсного можно привести МУ ОТА для молотого кофе, установленный в странах ЕС: 5 мкг/кг (Commission Regulation (EC) No 1881/2006 setting maximum levels for certain contaminants in foodstuffs). Отметим, что в одном образце кэроба содержание ОТА превышало этот уровень. Остальные обнаруженные микотоксины не регламентируются в подобного рода продукции.

Таким образом, проведенные исследования показали, что кэроб подвержен контаминации вторичными метаболитами микромицетов *Aspergillus*, *Penicillium* и *Alternaria*. Выявленные уровни контаминации ОТА сопоставимы с максимально допустимым содержанием в молотом кофе.

## Литература

1. Stavrou, I.J. Polyphenols in carobs: A review on their composition, antioxidant capacity and cytotoxic effects, and health impact / I.J. Stavrou, A. Christou, C. P. Kapnissi-Christodoulou // Food chemistry. — 2018. — Vol. 269. — P. 355–374.
2. Nutritional characterisation and bioactive components of commercial carobs flours / A. Durazzo [et al.] // Food chemistry. — 2014. — Vol. 153. — P. 109–113.
3. Microbiological quality, fungal diversity and aflatoxins contamination in carob flour (*Prosopis flexuosa*) / M. P. Mom [et al.] // International journal of food microbiology. — 2020. — Vol. 326. — Art. 108 655.
4. Mycotoxins in green coffee: Occurrence and risk assessment / Th. Bessaire [et al.] // Food Control. — 2019. — Vol. 96. — P. 59–67.

Поступила 29.10.2020

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К СОВМЕСТНОМУ ОПРЕДЕЛЕНИЮ АНТИОКСИДАНТОВ ПОЛИМЕРОВ IRGANOX 1076, IRGANOX 1010, IRGAFOS 168 В МОДЕЛЬНЫХ СРЕДАХ, ИМИТИРУЮЩИХ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ

Кузовкова А. А., к. б. н., [zav\\_lsi@rspch.by](mailto:zav_lsi@rspch.by),  
Турко М. С., [chromatographic@rspch.by](mailto:chromatographic@rspch.by),  
Станишевская П. А., [chromatographic@rspch.by](mailto:chromatographic@rspch.by),  
Ивашкевич Л. С., к. т. н., [chromatographic@rspch.by](mailto:chromatographic@rspch.by),  
Крымская Т. П., [chromatographic@rspch.by](mailto:chromatographic@rspch.by)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Полимерам (пластикам, резинам, смолам и т. д.) свойственно старение — протекание деструкционных изменений, приводящих к ухудшению их качества и эксплуатационных свойств. Причиной, форсирующей старение, является воздействие повышенной температуры, кислорода, озона, ультрафиолета. Деструкция может быть замедлена путем введения соответствующих стабилизаторов, называемых антиоксидантами. Антиоксиданты подразделяются на 2 большие группы — первичные (защищающие готовые изделия в течение всего срока службы) и вторичные (защищают полимер в процессе переработки в изделия) [1].

Первичные антиоксиданты также называются донорами протона и поглотителями свободных радикалов. К этому классу относятся замещенные фенолы, вторичные ароматические амины и про-

изводные бензофурана. Эффективность первичных антиоксидантов значительно повышается в присутствии вторичных антиоксидантов, с которыми они образуют синергические смеси. При использовании синергических смесей в таких полимерах, как полиэтилен и полипропилен, эффективность стабилизирующей системы возрастает в 2–3 раза по сравнению с отдельными компонентами. Вторичные антиоксиданты взаимодействуют с гидропероксидами и разрушают их без образования активных радикалов. К этому классу относятся органические соединения трехвалентного фосфора (фосфиты и фосфониты), металлические соли дитиокарбаматов и дитиосульфатов и тиоэфиры [1].

Антиоксиданты не связываются прочно с полимерами и могут мигрировать из них в окружающую среду. Уровни миграции одних антиоксидантов, в частности, агидола-40 (Irganox 1330, первичный антиоксидант (таблица 1)), регламентируются в Республике Беларусь и других странах Евразийского экономического союза нормативными документами, поскольку являются токсичными для человека. При этом другие современные и широко применяемые в мировой химической промышленности антиоксиданты Irganox 1076 (первичный антиоксидант), Irganox 1010 (первичный антиоксидант), Irgafos 168 (вторичный антиоксидант) (таблица 1) остаются без внимания санитарно-гигиенической службы, хотя их миграция в пищевые продукты нормируется в Европейском союзе (ЕС) и США [2, 3].

Таблица 1. — Фенольные и фосфитные антиоксиданты в полимерных материалах (по [4])

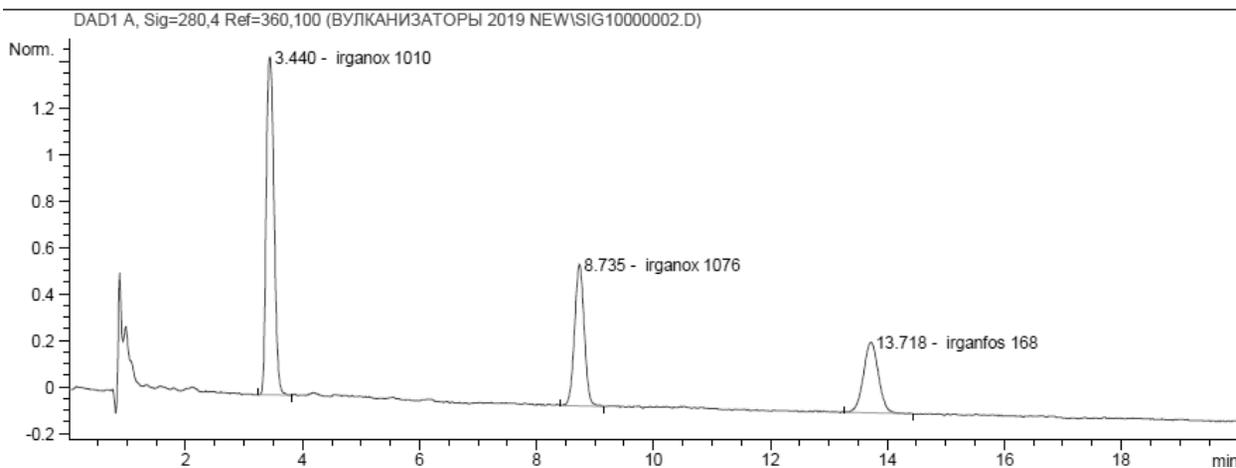
Наименование (синонимы), наименование по IUPAC	Номер CAS	Применение
Фенольные антиоксиданты (первичные)		
Irganox 1076 (Ethanox 376) Octadecyl-3,5-Di(tert)-butyl-4-hydroxyhydrocinnmate	2082–79–3	полиолефины, эластомеры, инженерные пластики, полиуретаны, адгезивы
Irganox 1010 (Ethanox 310 Songnox 1010; Anox 20; Richnox 1010; Evernox 1010; Агидол 110) Pentaerythritol tetrakis(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyhydrocinnamate) pentaerythrityl tetrakis(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxy-phenyl) propionate	2082–79–3	полиолефины, эластомеры, инженерные пластики, полиуретаны, адгезивы
Irganox 1330 (Агидол-40, Ethanox 330, Anox 330) 4-[[3,5-bis[(3,5-ditert-butyl-4-hydroxyphenyl)methyl]-2,4,6-trimethylphenyl]methyl]-2,6-ditert-butylphenol	1709–70–2	полиолефины, полиамид, полиэфир, поливинилхлорид
Фосфитные антиоксиданты (вторичные)		
Irgafos 168 (Ethaphos 368, Chinox 168; Alkanox 240; Songfos 168) Tris(2,4-di-tert-butylphenyl) phosphate	31570–04–4	полиолефины, инженерные пластики, полиэфир, эластомеры, адгезивы

Перед введением нового гигиенического норматива важно провести предварительные мониторинговые исследования уровней миграции Irganox 1076, Irganox 1010 и Irgafos 168 из товаров народного потребления, изготовленных из полимерных материалов и предназначенных, в частности, для самой уязвимой группы населения — новорожденных (из бутылочек, кружек-поильников и т. д.), в модельные среды, имитирующие пищевые продукты. Мониторинговые исследования требуют наличия аттестованной, специфичной, высокочувствительной методики, позволяющей с высокой точностью измерять концентрации Irganox 1076, Irganox 1010 и Irgafos 168 в модельных средах.

Цель исследований — на основе жидкостно-жидкостной экстракции и обратно-фазовой высокоэффективной хроматографии (ВЭЖХ) разработать способ совместного определения антиоксидантов Irganox 1076, Irganox 1010 и Irgafos 168 в модельных средах, имитирующих пищевые продукты для новорожденных.

С использованием стандартных растворов Irganox 1076, Irganox 1010 и Irgafos 168 в концентрациях 1 и 10 мкг/дм<sup>3</sup> были установлены условия их одновременного хроматографического разделения. Исследования проводили на хроматографе Agilent 1260 Infinity (Agilent Technologies, США), оснащенном диодно-матричным детектором. В качестве стационарной фазы использовали колонку Kinetex® 2.6 μm EVO C18 100 Å размерами 150 м × 2,1 мм и зернением 2,6 мкм, температура разделения — 35 °С. В качестве подвижной фазы применяли смесь ацетонитрила с водой в соотношении 95:5 (по объему), режим элюирования был изократическим со скоростью потока 0,4 см<sup>3</sup>/мин. Объем вводимой пробы составлял 15 мм<sup>3</sup>. Детектирование вели на длине волны 280 нм, поскольку она

специфична для Irganox 1076 и Irganox 1010 и близка к специфичной для Irgafos 168 длине 265 нм. На рисунке 1 представлена хроматограмма разделения смеси Irganox 1076, Irganox 1010 и Irgafos 168 в концентрациях 1 мкг/дм<sup>3</sup> в данных условиях хроматографирования.



**Рисунок 1. — Хроматограмма смеси стандартных растворов Irganox 1076, Irganox 1010 и Irgafos 168 в концентрациях 1 мкг/см<sup>3</sup>**

Используя вышеуказанные условия хроматографирования, для каждого из веществ в диапазоне концентраций от 1 до 10 мкг/см<sup>3</sup> была построена калибровочная прямая, отражающая зависимость площадей пиков аналита на хроматограммах от его концентраций в растворе (рисунок 2).

Как видно из рисунка 2, коэффициент корреляции полученных калибровочных прямых для Irganox 1010 и Irganox 1076 составляет более 0,999, а для Irgafos 168 — 0,994, что говорит о существовании прямой зависимости между площадями хроматографических пиков и концентрациями аналитов в растворе в диапазоне от 1 до 10 мкг/см<sup>3</sup> и в итоге характеризует установленные условия хроматографирования как оптимальные для данных аналитов.

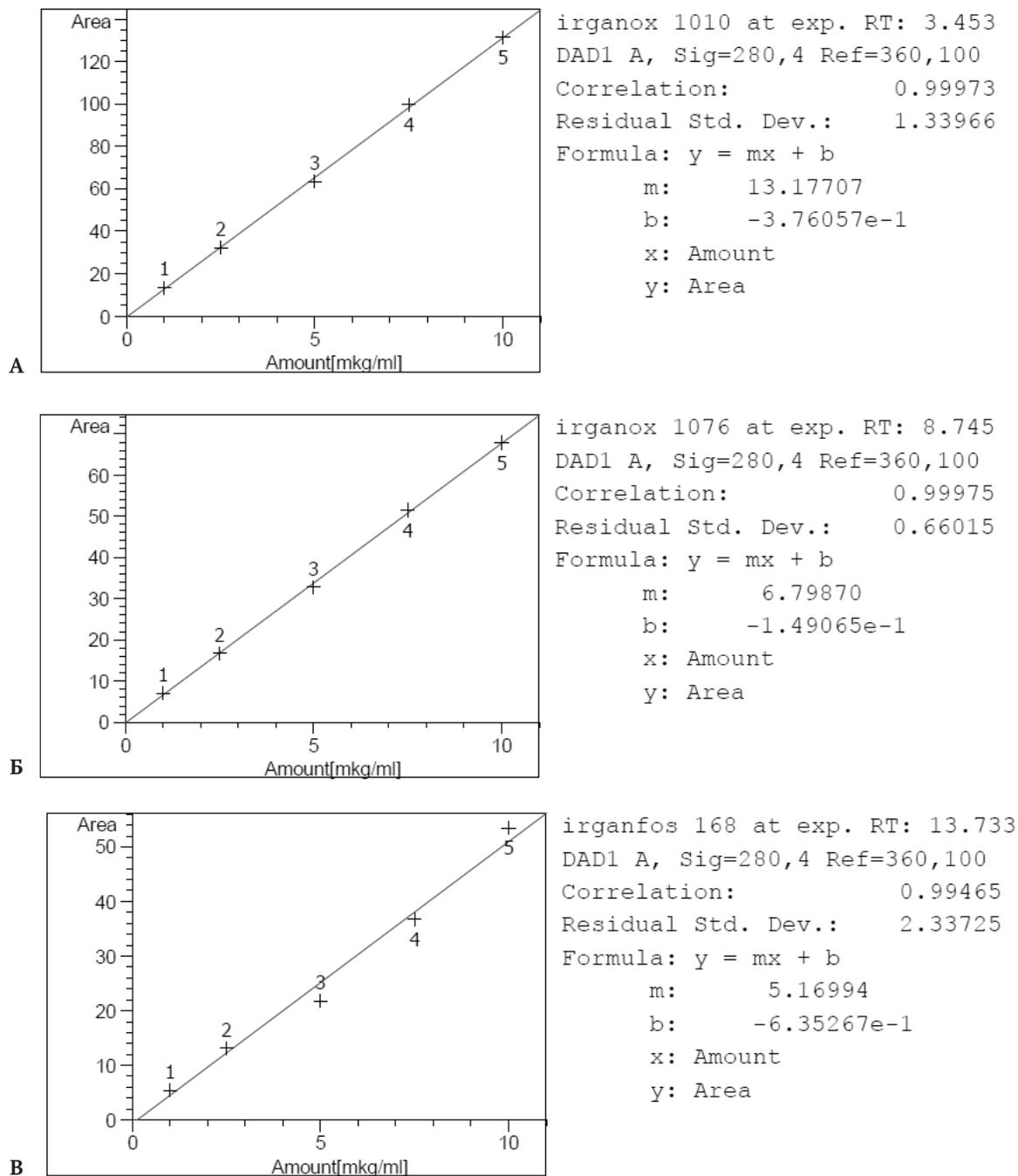
Согласно Регламенту ЕС 10/2011 Европейской комиссии о пластиковых материалах и изделиях, предназначенных для контакта с продуктами питания [5], для оценки миграции токсичных веществ из пластиковых изделий в пищевые продукты используют: 1) 10%-й (о/о) раствор этанола в качестве модельной среды, имитирующей водную пищу (имитатор А); 2) 3%-й (в/о) раствор уксусной кислоты — кислую пищу (имитатор В); 3) 20%-й (о/о) раствор этанола — алкогольный продукт (имитатор С); 4) 50%-й (о/о) раствор этанола (имитатор D1) и растительное масло (имитатор D2) — жирную пищу и 5) Тенях (имитатор Е) — сухую пищу.

Опираясь на вышеуказанную информацию, мы определили 2 модельные среды, имитирующие пищевые продукты для новорожденных, для последующих экспериментов по установлению условий экстракции Irganox 1010, Irganox 1076, Irgafos 168: 10%-й раствор этанола — имитатор водной пищи (вода, детские чайные напитки и компоты) и 3%-й раствор уксусной кислоты — имитатор кислой пищи (имитатор овощных и фруктовых детских соков и пюре).

На основе серии экспериментов установлены следующие условия одновременной и полной экстракции Irganox 1010, Irganox 1076, Irgafos 168 из модельных сред, имитирующих водную и кислую пищу для новорожденных: экстрагент — дихлорметан; объем модельной среды — 100 см<sup>3</sup>; кратность экстракции: 2 — для 10%-го раствора этанола, 3 — для 3%-го раствора уксусной кислоты; объем экстрагента при каждой экстракции — 20 см<sup>3</sup> для 10%-го раствора этанола, 30 см<sup>3</sup> — для 3%-го раствора уксусной кислоты; длительность каждой экстракции — 3 мин; общее время экстракции — 6 мин для 10%-го раствора этанола и 9 мин для 3%-го раствора уксусной кислоты. Полученный дихлорметановый экстракт аналитов упаривают досуха под вакуумом при температуре не выше 30 °С и давлении не ниже 650 мбар. Сухой концентрат растворяют в 1 см<sup>3</sup> подвижной фазы для ВЭЖХ (смеси ацетонитрила с водой в соотношении 95:5 (по объему)).

Таким образом, на основе жидкостно-жидкостной экстракции и ВЭЖХ разработан способ совместного определения антиоксидантов полимерных материалов Irganox 1076, Irganox 1010 и Irgafos 168 в модельных средах, имитирующих водные (вода, детские чайные напитки и компоты) и кислые (овощные и фруктовые соки и пюре) пищевые продукты для новорожденных.

## Calibration Curves



**Рисунок 2. — Калибровочные прямые, отражающие зависимость площадей пиков Irganox 1010 (А), Irganox 1076 (Б), Irganox 168 (В) на хроматограммах от их концентраций в растворе в диапазоне от 1 мкг/см<sup>3</sup> до 10 мкг/см<sup>3</sup>**

## Литература

1. Антиоксиданты в переработке пластмасс [Электронный ресурс] // Polymery.ru. Новые технологии переработки пластмасс. — Режим доступа: [http://polymery.ru/letter.php?n\\_id=3773&cat\\_id=3](http://polymery.ru/letter.php?n_id=3773&cat_id=3). — Дата доступа: 08.11.2020.
2. Identification and quantification of the migration of chemicals from plastic baby bottles used as substitutes for polycarbonate / C. Simoneau [et al.] // Food Addit Contam. Part A Chem Anal Control Expo Risk Assess. — 2012. — Vol. 29, № 3. — P. 469–480.

3. Safety assessment for octadecyl 3-(3,5-di-tert-butyl-4-hydroxyphenyl)-propionate (CAS Reg. No. 2082-79-3) from use in food contact applications / A.P. Neal-Kluever [et al.] // Food Chem Toxicol. — 2015. — Vol. 86. — P. 176–190.

4. Фенольные антиоксиданты и стабилизаторы [Электронный ресурс] // Nortex. — Режим доступа: <http://www.nortex-chem.ru/products/polymery/antioksidanty/fenolnye/>. — Дата доступа: 08.11.2019.

5. Регламент ЕС 10/2011 Европейской комиссии о пластиковых материалах и изделиях, предназначенных для контакта с продуктами питания [Электронный ресурс] // International Center For Quality Certification. — Режим доступа: <http://icqc.eu/userfiles/files/regulation-10-2011-eu.pdf>. — Дата доступа: 08.11.2019.

Поступила 09.11.2020

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКА ДЛЯ ПОВЫШЕНИЯ ЧУВСТВИТЕЛЬНОСТИ МЕТОДИКИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ТОКСИЧНЫХ ЭЛЕМЕНТОВ В ВОДНЫХ МОДЕЛЬНЫХ СРЕДАХ НА ОСНОВЕ АТОМНО-ЭМИССИОННОЙ СПЕКТРОМЕТРИИ С ИНДУКТИВНО-СВЯЗАННОЙ ПЛАЗМОЙ**

*Кузовкова А.А., к. б. н., [zav\\_lsi@rspch.by](mailto:zav_lsi@rspch.by),  
Дребенкова И.В., к. т. н., [spectrometric@rspch.by](mailto:spectrometric@rspch.by),  
Черник Д.В., [spectrometric@rspch.by](mailto:spectrometric@rspch.by),  
Плешкова А.А., [spectrometric@rspch.by](mailto:spectrometric@rspch.by),  
Велентей Ю.Н., [spectrometric@rspch.by](mailto:spectrometric@rspch.by)*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В настоящее время в мире не существует специальных аналитических методов для определения содержания токсичных элементов в упаковке, в том числе биоразлагаемой, а также уровней их миграции в пищевые продукты. В европейском стандарте [1] для этих целей предлагается применять методы, частично стандартизированные и используемые в каждом секторе экономики для самоконтроля, а также методы экологических лабораторий по анализу почв и отходов. В странах Евразийского экономического союза действует технический регламент ТР ТС 005/2011 «О безопасности упаковки» (далее — ТР ТС 005/2011), который регламентирует уровни миграции токсичных элементов из упаковки в модельные среды, имитирующие пищевые продукты, однако в нем нет никаких упоминаний о биоразлагаемой упаковке, соответственно, в актуализированном по состоянию на 10.11.2020 перечне стандартов к ТР ТС 005/2011 нет методов оценки ее безопасности. Следует отметить, что в данном перечне стандартов в принципе отсутствуют прямые методы определения содержания токсичных элементов в модельных средах, имитирующих пищевые продукты, которые контактируют с любой упаковкой. Вместо них используют стандарты, разработанные для воды, и для применения на модельных средах они требуют валидации в аккредитованных испытательных лабораториях и установления значений расширенной неопределенности полученных результатов испытаний. Все вышеизложенное определяет актуальность разработки метрологически аттестованной методики выполнения измерений (далее — МВИ), позволяющей устанавливать уровни миграции тяжелых металлов и других токсичных элементов из различных видов биоразлагаемой упаковки в модельные среды, имитирующие пищевую продукцию.

Данная МВИ в настоящее время разрабатывается в рамках задания 02.09 «Разработать и научно обосновать метод гигиенической оценки упаковки и материалов, контактирующих с пищевой продукцией, включая биоразлагаемые» Отраслевой научно-технической программы «Гигиеническая безопасность».

Опираясь на требования ТР ТС 005/2011, ГОСТ EN 13432-2015 «Упаковка. Требования к использованию упаковки посредством компостирования и биологического разложения. Проверочная схема и критерии оценки для распределения упаковок по категориям» [2], а также на информацию о наиболее распространенных металлах-катализаторах в синтезе полилактидной биоразлагаемой упа-

ковки, установлен спектр токсичных элементов, потенциально способных мигрировать из упаковки в пищевые продукты: свинец (Pb), цинк (Zn), мышьяк (As), хром (Cr), кадмий (Cd), ртуть (Hg), титан (Ti), алюминий (Al), барий (Ba), медь (Cu), железо (Fe), олово (Sn), никель (Ni), молибден (Mo), селен (Se). Данные элементы будут включены в заявленную к разработке МВИ. На данном этапе исследований целью является разработка методических подходов к определению уровней миграции токсичных элементов из упаковки в водные модельные среды с использованием атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой (далее — АЭС-ИСП).

Целью исследований, результаты которых представлены в настоящей статье, стала разработка методических подходов к повышению чувствительности методики определения концентраций токсичных элементов (понижению предела их определения) в водных модельных средах с использованием АЭС-ИСП.

Метод АЭС-ИСП основан на измерении интенсивности излучения атомов определяемых элементов, возникающего при распылении анализируемой пробы в аргонную плазму, индуктивно возбуждаемую радиочастотным электромагнитным полем. Образцы вводятся в плазму в жидкой форме или в форме мелкодисперсных твердых частиц, взвешенных в жидкости. Диаметр частиц не должен превышать десяти микрон. Аэрозоль с размером капель Менее чем 10 мкм создается распылителем [3].

Исследования проводили с использованием атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Ultima-2 Horiba JY (производство Horiba Yobin Ivon, Франция), оснащенного пневматическим и ультразвуковым (модель U-5000AT) распылителями для превращения пробы в аэрозоль.

В пневматических устройствах для получения аэрозоля применяются механические силы потока газа. Пневматические распылители используют эффект Вентури, чтобы засасывать раствор и преобразовывать его в аэрозоль [3]. Пневматические распылители подразделяются на концентрические, микроконцентрические, микропоточковые, поперечно-поточковые, параллельно-поточковые. Атомно-эмиссионный спектрометр Ultima-2 Horiba JY оснащен концентрическим распылителем, или распылителем Мейнхарда, который представляет собой простейший вариант пневматического устройства для ввода образца в плазму. Конструктивно он состоит из двух трубок, расположенных одна в другой: по внутренней трубке осуществляется подача образца, а по внешней — распылительного газа. Среди преимуществ данной системы отмечается возможность самораспыления. К минусам концентрических распылителей относится невозможность эффективного использования при анализе образцов с крупными твердыми примесями или большим количеством солей из-за конструктивных особенностей системы [4].

Принцип действия ультразвукового распылителя иной. Конструктивно он состоит из стеклянной части (включает пьезопреобразователь, аэрозольную камеру, терморегулируемый нагреваемый U-образный испаритель и термоэлектрический конденсор) и электронного модуля (содержит дренажный насос, двойные регуляторы температуры и источник питания с автоматической настройкой). Жидкая проба закачивается в пьезоэлектрический приемник, где под действием ультразвука преобразуется в жидкий аэрозоль, который с помощью потока газа в распылителе проходит через нагревательную трубку, выпаривается, конденсируется термоэлектрическим кулером и удаляется при помощи дренажной системы, образуя сухой высококонцентрированный аэрозоль, распыляемый в плазме. Применение ультразвукового распылителя по сравнению с пневматическим дает следующие преимущества: 1) улучшенную чувствительность из-за более тонкого аэрозоля, который легче транспортировать к плазме (фактор улучшения — 5–20 на пределах обнаружения); 2) более однородный аэрозоль; 3) более эффективное удаление растворителя; 4) высокое количество аэрозоля, введенного в плазму (более 95 %) [3].

Объектами исследований были водные модельные среды (холостые пробы): 1) пробы дистиллированной воды; 2) пробы деионизованной воды. Согласно существующим требованиям ТР ТС 005/2011, при анализе безопасности упаковки одной из модельных сред выступает дистиллированная вода. Поскольку в настоящее время не установлен спектр токсичных элементов, способных к миграции из биоразлагаемой упаковки, и не определены уровни их миграции, считаем целесообразным проводить разработку МВИ и с использованием в качестве модельной среды деионизованной воды, которая характеризуется более высоким классом чистоты по сравнению с дистиллированной водой.

Предметом исследований явились пределы обнаружения и пределы определения элементов Pb, Zn, As, Cr, Cd, Ti, Al, Ba, Cu, Fe, Sn, Ni, Mo, Se в деионизованной и дистиллированной воде, полученные с использованием атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Ultima-2 Horiba JY, оснащенного пневматическим и ультразвуковым распылителями для превращения пробы в аэрозоль.

Для оценки возможностей методики наряду с характеристиками погрешностей результатов анализа необходимо приводить предел обнаружения  $c_{обн}$  или  $c_{min}$  определяемого компонента (в зарубежных изданиях — limit of detection, LOD или DL) и предел определения ( $c_{п}$  или  $c_{lim}$ ) (в зарубежных изданиях — limit of quantitation, LOQ или DQ, реже limit of determination). Очевидно, что обе характеристики, как  $c_{min}$ , будучи характеристикой качественного анализа, так и  $c_{lim}$ , будучи характеристикой количественного анализа, должны иметь конкретное численное выражение [5].

Оценка пределов обнаружения и определения основана на результатах измерения холостого опыта (blank), не содержащего определяемого компонента. Предел обнаружения представляет собой то наименьшее содержание аналита, при котором по данной методике можно обнаружить статистически значимое присутствие определяемого компонента в анализируемом объекте [5]. За предел обнаружения принимают  $3 S_0$ , где  $S_0$  — это стандартное квадратичное отклонение (далее — СКО) при измерении сигнала холостого опыта. Предел определения демонстрирует реальные возможности методики. Под пределом определения понимают предел, который непосредственно связан с концентрационной зависимостью, случайной погрешностью результата анализа. В соответствии с рекомендациями СИТАС за предел определения принимают 5, 6 или  $10 S_0$  [5].

Нами СКО рассчитывалось для каждой модельной среды (дистиллированной и деионизованной воды) с применением и пневматического, и ультразвукового распылителя. За предел обнаружения принимали  $3 S_0$ , за предел определения —  $10 S_0$ . Предел определения аналита, полученный с использованием установленных условий анализа, является чувствительностью методики.

Условия работы атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Ultima-2 Horiba JY были следующими: мощность генератора — 1000–1100 Вт; скорость потока газа плазмы —  $12 \text{ дм}^3/\text{мин}$ ; скорость потока газа в оболочке —  $0,2 \text{ дм}^3/\text{мин}$ ; скорость потока вспомогательного газа —  $0 \text{ дм}^3/\text{мин}$ ; скорость распыления —  $0,8 \text{ дм}^3/\text{мин}$  при 2,82 бар; скорость подачи пробы —  $1,2 \text{ см}^3/\text{мин}$ ; длины волн детекции, нм, указаны в таблицах 1, 2.

Таблица 1. — Пределы обнаружения ( $c_{min}$ ,  $3 S_0$ ) и определения ( $c_{lim}$ ,  $10 S_0$ ) элементов в деионизованной воде с использованием атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Ultima-2 Horiba JY, оснащенного пневматическим и ультразвуковым распылителями

Элемент	Длина волны, нм	Распылитель			
		пневматический		ультразвуковой	
		$c_{min}$ , $3 S_0$ , мкг/дм <sup>3</sup>	$c_{lim}$ , $10 S_0$ , мкг/дм <sup>3</sup>	$c_{min}$ , $3 S_0$ , мкг/дм <sup>3</sup>	$c_{lim}$ , $10 S_0$ , мкг/дм <sup>3</sup>
As	189,042	7,7	25,6	1,0	3,5
Cd	214,438	0,6	2,1	0,2	0,5
Pb	220,353	11,6	38,8	0,7	2,4
Se	196,026	17,8	59,2	1,1	3,5
Zn	213,856	0,4	1,4	0,1	0,3
Cr	267,716	1,5	5,1	0,1	0,3
Cu	324,754	3,5	11,8	0,2	0,7
Ti	334,941	1,0	3,2	0,3	0,9
Sn	189,930	16,3	54,4	2,0	6,6
Mo	202,030	3,9	13,0	0,5	1,7
Ni	221,647	2,7	8,9	0,2	0,5
Fe	259,940	1,3	4,3	0,2	0,4
Al	396,152	10,1	33,6	0,4	1,4
Ba	233,527	0,4	1,2	0,2	0,5

Чувствительность методики определения концентраций токсичных элементов в используемых водных модельных средах с применением атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Ultima-2, оснащенного пневматическим и ультразвуковым распылителями, приведена в таблицах 1, 2.

Таблица 2. — Пределы обнаружения ( $c_{\min}, 3 S_o$ ) и определения ( $c_{\lim}, 10 S_o$ ) элементов в дистиллированной воде с использованием атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой Ultima-2 Horiba JY, оснащенного пневматическим и ультразвуковым распылителями

Элемент	Длина волны, нм	Распылитель			
		пневматический		ультразвуковой	
		$c_{\min}, 3 S_o, \text{мкг/дм}^3$	$c_{\lim}, 10 S_o, \text{мкг/дм}^3$	$c_{\min}, 3 S_o, \text{мкг/дм}^3$	$c_{\lim}, 10 S_o, \text{мкг/дм}^3$
As	189,042	11,5	38,3	1,0	3,4
Cd	214,438	0,4	1,4	0,3	1,0
Pb	220,353	10,4	34,7	0,9	3,1
Se	196,026	17,7	58,8	1,3	4,4
Zn	213,856	4,1	13,7	0,8	2,7
Cr	267,716	4,5	15,0	0,1	0,3
Cu	324,754	18,6	62,1	0,2	0,5
Ti	334,941	0,6	2,1	0,5	1,6
Sn	189,930	28,4	94,7	1,7	5,7
Mo	202,030	3,7	12,2	0,6	1,9
Ni	221,647	2,4	7,9	0,3	0,8
Fe	259,940	0,947	3,2	0,1	0,3
Al	396,152	13,4	13,4	2,3	2,3
Ba	233,527	1,9	6,2	0,2	0,5

Анализ полученных результатов (таблицы 1, 2) показал, что использование ультразвукового распылителя по сравнению с пневматическим позволяет снизить пределы обнаружения и определения (соответственно, повысить чувствительность) элементов в водной модельной среде как минимум в 1,2 раза (например, для Ti в дистиллированной воде). Для таких элементов, как Fe, пределы определения при распылении водной модельной пробы с применением ультразвука были понижены в 10 раз, для Se — в 13 раз (в дистиллированной воде) и 17 раз (в деионизованной воде), для Al — в 24 раза (в деионизованной воде), для Cr — в 50 раз (в дистиллированной воде). Однако для некоторых элементов улучшение чувствительности при использовании ультразвукового распылителя было невелико: например, для Cd — всего в 1,4 раза в дистиллированной воде и в 4,2 раза в деионизованной воде.

Использование деионизованной воды вместо дистиллированной не всегда приводило к повышению чувствительности методики (таблицы 1, 2): например, пределы определения Cd, Pb, Ti, Fe, Al в деионизованной воде при использовании пневматического распылителя выше, чем в дистиллированной. При этом одновременное применение ультразвукового распылителя и деионизованной воды в качестве модельной среды способствовало повышению чувствительности методики для большинства исследованных элементов, за исключением As, Cr, Ba (оставалась на том же уровне), Sn, Fe (снижалась незначительно).

Таким образом, применение ультразвукового распылителя для превращения пробы в аэрозоль и деионизованной воды в качестве модельной среды является действенным методическим подходом к повышению чувствительности методики определения концентраций токсичных элементов (понижению предела их определения) в водных модельных средах с использованием АЭС-ИСП.

## Литература

1. Packaging (Essential Requirements) Regulations. Government Guidance Notes. October 2015 [Electronic resource] // Department for Business Innovation and Skills. UK Government. — Mode of access: [https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment\\_data/file/460891/BIS-15-460-packaging-essential-requirements-regulations-gov-guidance-notes.pdf](https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/460891/BIS-15-460-packaging-essential-requirements-regulations-gov-guidance-notes.pdf). — Date of access: 12.11.2020.
2. Упаковка. Требования к использованию упаковки посредством компостирования и биологического разложения. Проверочная схема и критерии оценки для распределения упаковок по категориям: ГОСТ EN 13432-2015. — Введ. 2018-04-01. — Минск: Госстандарт, 2017. — 28 с.
3. Спектрометр ULTIMA-2. Руководство пользователя (инструкция по эксплуатации).

4. Типы распылителей для спектрометрии [Электронный ресурс] // ООО ЦТС «Наука». Интернет-магазин «НаукаShop.ru». — Режим доступа: <https://nauka-shop.ru/blog/174-testovaya-statya-6>. — Дата доступа: 10.11.2020.

5. Еще раз о пределах обнаружения и определения / Л.П. Экспериандова [и др.] // Журнал аналитической химии. — 2010. — Т. 65, № 3. — С. 229–234.

Поступила 13.11.2020

## **МИГРАЦИЯ ФОРМАЛЬДЕГИДА И АЦЕТАЛЬДЕГИДА ИЗ ОБРАЗЦОВ ПОЛИЛАКТИДНЫХ ПЛЕНОК В МОДЕЛЬНЫЕ СРЕДЫ, ИМИТИРУЮЩИЕ ПИЩЕВЫЕ ПРОДУКТЫ**

*Осипова Т. С., osits80@gmail.com,  
Федоренко Е. В., к. м. н., доцент, afedorenko71mail.ru,  
Дроздова Е. В., к. м. н., доцент, drozdovaev@mail.ru,  
Бондарук А. М., к. м. н., bam-1962@tut.by,  
Цыганков В. Г., к. м. н., доцент, vgz@tut.by,  
Журихина Л. Н., к. б. н., lzurhina25@gmail.com,  
Капелько И. М., kaplyalya@tut.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Существенное влияние на безопасность материалов на полимерной основе, контактирующих с пищевой продукцией (далее — МКП), оказывают технологии их производства, базовое полимерное сырье и иные применяемые компоненты, сроки и условия хранения материала, способы его применения. Вещества, мигрирующие из упаковочного материала в пищевую продукцию, способны оказывать неблагоприятное воздействие на организм человека [1]. Среди них можно выделить формальдегид и ацетальдегид, поскольку данные соединения являются высокотоксичными, обладают канцерогенными свойствами [2] и наиболее часто обнаруживаются в вытяжках из полимерных материалов на основе природного сырья.

В связи с возрастающим загрязнением окружающей среды и нарастающим дефицитом органического минерального сырья (нефти и газа) во многих регионах принято регулирование, направленное на отказ от использования обычной пластиковой упаковки и замену ее на биоразлагаемую. Один из перспективных биоразлагаемых материалов для изготовления упаковки — полилактид (далее — PLA), продукт конденсации молочной кислоты. Важным достоинством данного соединения является и то, что он представляет собой прозрачный, бесцветный термопластичный полимер, который может быть переработан известными способами без ущерба для окружающей среды. При соответствующей пластификации полилактид становится эластичным и имитирует полиэтилен, поливинилхлорид и полипропилен. С целью удешевления конечного продукта или придания ему особых свойств в процессе производства к полилактиду добавляют органические или биоцидные компоненты. Достоинством модифицированных полилактидных пленочных материалов является получение их без растворителей. При этом снижается себестоимость композиционных пленок [3].

Согласно требованиям национальных ТНПА миграция химических веществ из упаковочных материалов не должна превышать допустимые количества миграции (далее — ДКМ) в модельные растворы, имитирующие свойства пищевой продукции [4]. При этом для МКП на основе полилактида, в том числе композиционных, указанные значения не установлены.

Моделирование миграции из МКП определено национальным и европейским законодательством, при этом условия контакта материала с пищевой продукцией отличаются по ряду характеристик, в частности, по перечню используемых модельных сред [5] (таблица 1).

Целью работы являлось изучение уровней миграции формальдегида и ацетальдегида из опытных образцов полилактидных пленок (в том числе композиционных) в модельные среды, имитирующие свойства пищевой продукции, с использованием национальных и европейских подходов моделирования (в части выбора модельных сред).

Таблица 1. — Применяемые в Республике Беларусь и Европейском союзе модельные растворы, имитирующие пищевые продукты

Республика Беларусь	Евросоюз
Дистиллированная вода 5 %-й раствор поваренной соли 0,3 и 3,0 %-й раствор молочной кислоты 2 %-й раствор лимонной кислоты 1 %-й раствор уксусной кислоты 2 %-й раствор уксусной кислоты, содержащий 2 %-й поваренной соли 20, 40 и 96 %-й раствор этилового спирта Нерафинированное подсолнечное масло	10 %-й этанол 3 %-я уксусная кислота 20 %-й этанол 50 %-й этанол Масло растительное

Образцы были предоставлены ГНУ «Институт химии новых материалов НАН Беларуси», для получения пленок использовали промышленный полилактид марки 4043D фирмы Nature Works LLC (США). В процессе производства порошок полилактида, полученного криогенным диспергированием гранул, смешивали с лигнином, полигексаметиленгуанидин гидрохлоридом или гидроксипатитом. Таким образом, были получены композиционные пленки: полилактид с лигнином (далее — PLA+Л 5%), полилактид с полигексаметиленгуанидин гидрохлоридом (далее — PLA+ПГМГ-ГХ 1%), полилактид с гидроксипатитом (далее — PLA+ГА 2%).

При моделировании были выбраны условия, наиболее приближенные к возможному применению полилактидных пленок, а именно: соотношение площади образца к объему модельной среды составило 2 см<sup>2</sup>: 1 см<sup>3</sup>, время экспозиции — 10 суток при комнатной температуре. В качестве сред, имитирующих пищевые продукты, были использованы: дистиллированная вода, 3 %-я молочная кислота, 5 %-й раствор поваренной соли, 3 %-й раствор уксусной кислоты, 2 %-й раствор уксусной кислоты с добавлением 2 %-го раствора поваренной соли, 2 %-й раствор лимонной кислоты, 20 %-й раствор этанола.

Определение содержания формальдегида осуществляли газохроматографическим методом по ГОСТ 33446–2015 «Упаковка. Определение концентрации формальдегида в воде и модельных средах», а ацетальдегида — газохроматографическим методом по ГОСТ 34174–2017 «Упаковка. Газохроматографическое определение содержания гексана, гептана, ацетальдегида, ацетона, метилацетата, этилацетата, метанола, изопропанола, акрилонитрила, н-пропанола, бутилацетата, изобутанола, н-бутанола, бензола, толуола, этилбензола, м-, о- и п-ксилолов, изопрропилбензола, стирола, альфа-метилстирола в водных вытяжках».

В качестве критериев оценки уровней миграции формальдегида и ацетальдегида в модельные среды использовались ДКМ, которые согласно [4] составляют 0,1 и 0,2 мг/дм<sup>3</sup> соответственно.

Внешний осмотр образцов перед приготовлением вытяжек показал, что поверхности пленок чистые, сухие, гладкие, без разрывов, деформаций, пузырей, инородных включений, несмываемых загрязнений. В вытяжках из образцов по окончании экспозиции мути, осадка, окрашивания, а также посторонних запаха и привкуса не обнаружено. После воздействия модельных сред образцы не деформировались, поверхность не изменилась.

Результаты санитарно-химических исследований образцов полилактидных пленок представлены в таблицах 2 и 3.

Таблица 2. — Миграция формальдегида из образцов пленок на основе полилактида в различные модельные среды (мг/дм<sup>3</sup>)

Наименование модельных сред, имитирующих свойства пищевой продукции	Результаты испытаний пленок на основе полилактида, мг/дм <sup>3</sup>			
	PLA	PLA + Л 5 %	PLA + ГА 2 %	PLA + ПГМГ-ГХ 1 %
Дистиллированная вода	н.о.	0,049±0,004 <sup>а</sup>	н.о.	0,093±0,005
3 %-й раствор молочной кислоты	0,027±0,004	0,098±0,005	н.о.	н.о.
5 %-й раствор поваренной соли	н.о.	н.о.	0,029±0,004	н.о.
3 %-й раствор уксусной кислоты	н.о.	0,083±0,005	0,095±0,005	0,068±0,004
2 %-й раствор уксусной кислоты + 2 %-й раствор поваренной соли	0,038±0,004	0,024±0,004	н.о.	0,079±0,004

Наименование модельных сред, имитирующих свойства пищевой продукции	Результаты испытаний пленок на основе полилактида, мг/дм <sup>3</sup>			
	PLA	PLA+Л 5 %	PLA+ГА 2 %	PLA+ПГМГ-ГХ 1 %
2 %-й раствор лимонной кислоты	0,051 ± 0,004	0,069 ± 0,004	0,063 ± 0,004	0,100 ± 0,005
20 %-й этанол	н.о.	0,042 ± 0,004	0,040 ± 0,004	0,042 ± 0,004
* Результат измерений представлен с учетом расширенной неопределенности. Примечание: н.о. — не обнаружено.				

Таблица 3. — Миграция ацетальдегида из образцов пленок на основе полилактида в различные модельные среды (мг/дм<sup>3</sup>)

Наименование модельных сред, имитирующих свойства пищевой продукции	Результаты испытаний пленок на основе полилактида, мг/дм <sup>3</sup>			
	PLA	PLA+Л 5 %	PLA+ГА 2 %	PLA+ПГМГ-ГХ 1 %
Дистиллированная вода	н.о.	н.о.	Более 1,0	н.о.
3 %-й раствор молочной кислоты	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
5 %-й раствор поваренной соли	н.о.	н.о.	0,17 ± 0,05	н.о.
3 %-й раствор уксусной кислоты	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
2 %-й раствор уксусной кислоты + 2 %-й раствор поваренной соли	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
2 %-й раствор лимонной кислоты	н.о.	0,09 ± 0,02	н.о.	0,19 ± 0,05
20 %-й этанол	н.о.	н.о.	н.о.	н.о.
Примечание: н.о. — не обнаружено.				

По результатам исследований максимальная миграция формальдегида в модельные среды составила: в 2 %-м растворе лимонной кислоты для PLA — (0,051 ± 0,004) мг/дм<sup>3</sup>, в 3 %-м растворе молочной кислоты для PLA+Л 5 % — (0,098 ± 0,005) мг/дм<sup>3</sup>, в 3 %-ном растворе уксусной кислоты для PLA+ГА 2 % — (0,095 ± 0,005) мг/дм<sup>3</sup>, в 2 %-м растворе лимонной кислоты для PLA+ПГМГ-ГХ 1 % — (0,100 ± 0,005) мг/дм<sup>3</sup>. Причем в образце PLA+Л 5 % миграция формальдегида обнаруживалась практически во всех средах, что, возможно, обусловлено наличием дополнительного компонента — лигнина, полученного из натурального сырья. Наличие формальдегида в модельных вытяжках из других образцов может быть связано с химическими реакциями разложения (деструкции) биополимера, с взаимодействием компонентов полилактидных (в том числе композиционных) пленок с органическими соединениями, присутствующими в модельных средах.

Миграция ацетальдегида из образца PLA не обнаруживалась, а из образца PLA+ГА 2 % в дистиллированную воду превысила ДКМ указанного вещества. Содержание указанного вещества в остальных вариантах исследуемых пленок не превышало допустимых значений. По нашему мнению, миграция ацетальдегида была также обусловлена наличием органических добавок в составах полилактидных пленок.

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод, что при контакте биоразлагаемых материалов на основе полилактида, в том числе композиционных, с модельными средами, имитирующими свойства пищевой продукции, может наблюдаться миграция формальдегида и ацетальдегида в исследуемые матрицы. Качественные и количественные характеристики уровней миграции зависят от условий моделирования и состава материала и могут превышать допустимые значения. Требуется дальнейшее проведение исследований, направленных на изучение закономерностей миграции указанных и иных химических веществ при использовании полного спектра модельных сред.

## Литература

1. Эргардт, Р.В. Современные аспекты использования полимерной упаковки для пищевых продуктов / Р.В. Эргардт, Л.Г. Коляда // Качество продукции, технологий и образования: материалы XII Международной научно-практической конференции. — Магнитогорск: Изд-во гос. техн. ун-та им. Г.И. Носова, 2017. — С. 80–84.

2. Information on Chemicals [Electronic resource] // ECHA. — Mode of access: <https://echa.europa.eu/information-on-chemicals/>. — Date of access: 26.10.2020.

3. Агабеков, В. Пластиковая экспансия / В. Агабеков, В. Тарасевич // Наука и инновации. — 2019. — № 11. — С. 17–22.

4. Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к миграции химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами» и гигиенического норматива «Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами» [Электронный ресурс]: постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь 30 декабря 2014 г., № 119. — Режим доступа: [http://minzdrav.gov.by/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/baza-npa.php?ELEMENT\\_ID=23942](http://minzdrav.gov.by/dlya-spetsialistov/normativno-pravovaya-baza/baza-npa.php?ELEMENT_ID=23942). — Дата доступа: 26.10.2020.

5. Commission Regulation (EU) No 10/2011 of 14 January 2011 on plastic materials and articles intended to come into contact with food [Electronic resource]. — Mode of access: <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX%3A02011R0010-20200923&qid=1607416192315>. — Date of access: 26.10.2020.

Поступила 15.11.2020

## РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ БАЗОВЫХ СТАНЦИЙ СЕТЕЙ СОТОВОЙ СВЯЗИ

*Перов С. Ю., д. б. н., [perov@irioh.ru](mailto:perov@irioh.ru),*

*Белая О. В., к. б. н., [belaya@irioh.ru](mailto:belaya@irioh.ru),*

*Коньшина Т. А., [konshina@irioh.ru](mailto:konshina@irioh.ru),*

*Аскерова С. А., [askerova@irioh.ru](mailto:askerova@irioh.ru)*

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение «Научно-исследовательский институт медицины труда имени академика Н. Ф. Измерова», г. Москва, Россия

Особенность современной электромагнитной обстановки на территории мегаполисов и крупных городов связана с одновременным присутствием в окружающей среде электромагнитных полей (далее — ЭМП), создаваемых радиотехническими системами различного назначения. Существенную часть беспроводных систем коммуникаций занимают базовые станции сетей сотовой связи, которые в настоящее время становятся основными источниками ЭМП на селитебной территории ввиду возрастания их общего количества и интенсивного развития технологий мобильной передачи данных. Среди других радиотехнических систем базовые станции выделяются существенной временной зависимостью уровней ЭМП от объема передаваемых данных к абонентским терминалам при характерных спектральных параметрах, определенных используемым стандартом сотовой связи. Актуальной проблемой в исследовании условий воздействия ЭМП на человека является оценка и контроль уровней экспозиции, создаваемых при одновременной работе множества базовых станций нескольких стандартов связи, с учетом спектральных параметров. Целью исследования являлась оценка электромагнитной обстановки, создаваемой базовыми станциями действующих стандартов сотовой связи GSM, UMTS и LTE на территории микрорайона г. Москвы.

Проводился мониторинг общего уровня электромагнитного фона с учетом вклада отдельных стандартов связи и их рабочих диапазонов частот. На территории микрорайона с учетом приближенности к социально значимым объектам и базовым станциям были выбраны 4 точки измерений. В каждой точке проводились натурные измерения в дневное (13:00–14:30) и вечернее (20:00–21:30) время. Каждое измерение имело последовательность процедур, включающих частотно-селективные, кодо-селективные и широкополосные измерения, подробно представленные на рисунке 1.

Натурные измерения проводились с использованием селективного измерителя параметров электромагнитного поля SRM 3006 с антенной 3502/01 (NARDA-STS, Германия), рабочий диапазон частот 420 МГц–6 ГГц.

Проведение селективных измерений было направлено на оценку уровней ЭМП, создаваемых теми компонентами сигнала базовой станции, которые передаются на постоянном и определенном уровне мощности в определенной полосе частот и не зависят от уровня трафика. Полученные таким образом данные были использованы для оценки теоретически возможных уровней ЭМП, соответ-

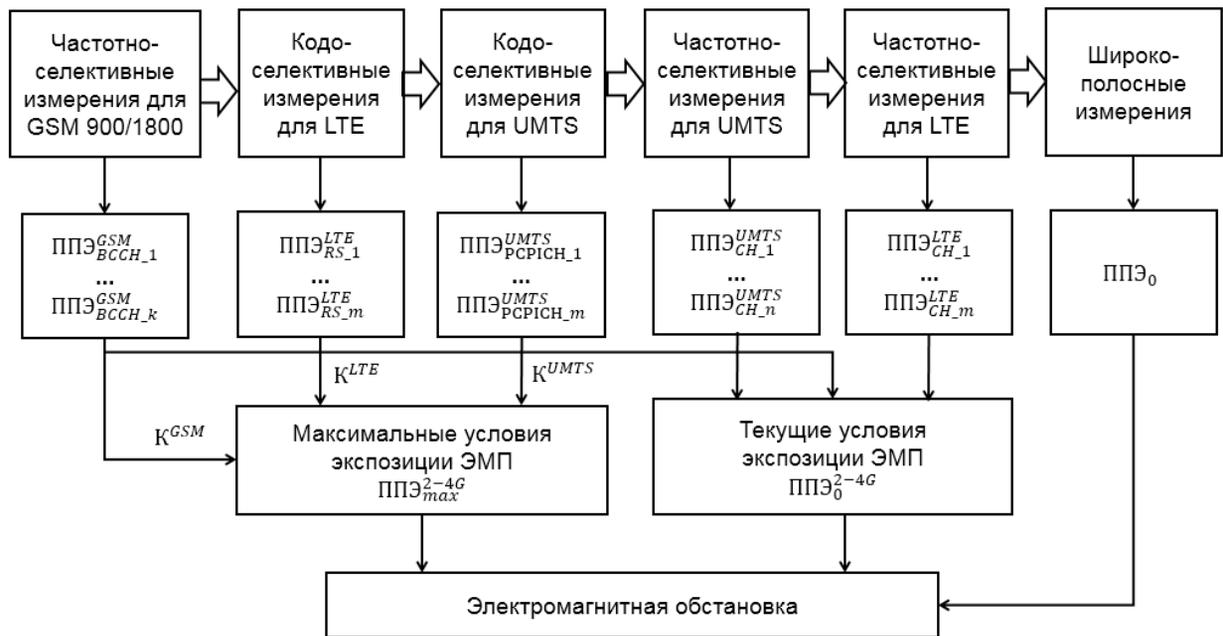


Рисунок 1. — Общая схема проведения измерений и оценки уровней ЭМП

ствующих условиям максимального трафика передачи данных с учетом соответствующих коэффициентов экстраполяции, определяемых параметрами конкретного стандарта сотовой связи и данными о конфигурации базовых станций [1]. Соответственно, для оценки максимального уровня ЭМП от базовой станции стандарта GSM использовался канал передачи системной информации BCCH, стандарта UMTS — общий пилотный канал управления P-CPICH, для стандарта LTE — опорный сигнал RS.

В результате проведения натуральных измерений определялись следующие параметры:

- максимальный уровень ППЭ для  $i$ -го канала BCCH стандарта GSM —  $ППЭ_{BCCH_i}^{GSM}$ ;
- максимальный уровень ППЭ соответствующего пилотного канала P-CPICH для  $i$ -го канала UMTS —  $ППЭ_{P-CPICH_i}^{UMTS}$ ;
- максимальный уровень ППЭ соответствующего сумме опорных сигналов RS для  $i$ -го канала LTE —  $ППЭ_{RS_i}^{LTE}$ ;
- средний уровень ППЭ для  $i$ -го канала UMTS —  $ППЭ_{CH_i}^{UMTS}$ ;
- средний уровень ППЭ для  $i$ -го канала LTE —  $ППЭ_{CH_i}^{LTE}$ ;
- средний уровень ППЭ электромагнитного фона —  $ППЭ_0$ .

Для оценки текущей электромагнитной обстановки, создаваемой совместной работой базовых станций различных стандартов сотовой связи, оценивался общий уровень  $ППЭ_0^{2-4G}$  по формуле (1):

$$ППЭ_0^{2-4G} = \sum_i ППЭ_{BCCH_i}^{GSM} + \sum_i ППЭ_{CH_i}^{UMTS} + \sum_i ППЭ_{CH_i}^{LTE} \quad (1)$$

Для оценки наихудших условий экспозиции ЭМП, возможных при совместной работе базовых станций различных стандартов, оценивался по общему максимальному уровню  $ППЭ_{max}^{2-4G}$ , в соответствии с формулой (2):

$$ППЭ_{max}^{2-4G} = \sum_i ППЭ_{BCCH_i}^{GSM} \cdot K_i^{GSM} + \sum_i ППЭ_{P-CPICH_i}^{UMTS} \cdot K_i^{UMTS} + \sum_i ППЭ_{RS_i}^{LTE} \cdot K_i^{LTE}, \quad (2)$$

где  $K_i^{GSM}$  — коэффициент экстраполяции для  $i$ -го канала BCCH, равный общему количеству частотных каналов;

$K_i^{UMTS}$  — коэффициент экстраполяции для  $i$ -го канала UMTS, принимался равным 10;

$K_i^{LTE}$  — коэффициент экстраполяции для i-го канала LTE, определялся полосой пропускания канала, принимался равным от 180 до 1 200.

Общий уровень электромагнитного фона  $ППЭ_0^{2-4G}$ , определенный по результатам частотно-селективных измерений по формуле (1), сопоставлялся с уровнем  $ППЭ_0$ , оцененным по результатам широкополосных измерений. Представленные в таблице 1 данные отражают преимущественный вклад базовых станций сетей сотовой связи в общий уровень экспозиции, который менялся в зависимости от точки измерений. Причем в точках № 2 и № 4 наблюдалось значительное увеличение общего уровня ЭМП в вечернее время по сравнению с дневным. Кроме того, в этих точках наблюдались наибольшие уровни ППЭ, которые не превышали 2 мкВт/см<sup>2</sup>.

Таблица 1. — Текущие условия экспозиции ЭМП по результатам широкополосных и селективных измерений

Точка измерений	ППЭ, мкВт/см <sup>2</sup>			
	Широкополосные измерения		Частотно-селективные измерения	
	день	вечер	день	вечер
Точка 1	0,372±0,040	0,350±0,032	0,273±0,011	0,375±0,068
Точка 2	1,568±0,293	1,508±0,510	0,791±0,079	1,361±0,959
Точка 3	0,143±0,044	0,193±0,026	0,135±0,024	0,183±0,048
Точка 4	0,286±0,006	0,532±0,098	0,274±0,067	0,543±0,138

Текущие условия экспозиции ЭМП в каждой точке измерений оценивались также для отдельных стандартов и частотных диапазонов. По результатам натурных измерений на территории исследуемого микрорайона основной вклад вносили следующие стандарты сотовой связи: LTE 800, GSM 900, GSM 1800, LTE 1800, UMTS 2100 и LTE 2600. В каждой точке измерений были получены различные соотношения уровней ППЭ для частотных каналов этих стандартов, причем для стандартов, вносящих наибольший вклад в общий уровень, наблюдалась также и наибольшая разница между дневными и вечерними результатами измерений. Так, в точке 1 наибольшая разница уровней ППЭ получена для стандарта GSM 1800 (порядка 80 нВт/см<sup>2</sup>), в точке 2 — для стандарта LTE 2600 (порядка 670 нВт/см<sup>2</sup>), в точке 4 — для стандарта LTE 800 (порядка 160 нВт/см<sup>2</sup>).

Оценка максимально возможных условий экспозиции ЭМП, моделирующих работу базовых станций сотовой связи всех рассматриваемых стандартов в режиме полной загрузки трафика данных, показала, что общий уровень  $ППЭ_{max}^{2-4G}$  не превышал 10 мкВт/см<sup>2</sup> во всех точках измерений, однако колебался в диапазоне 0,86–9,12 мкВт/см<sup>2</sup>. Диаграммы, представленные на рисунке 2, отражают вклад различных стандартов сотовой связи в общий максимально возможный уровень электромагнитного фона  $ППЭ_{max}^{2-4G}$ .

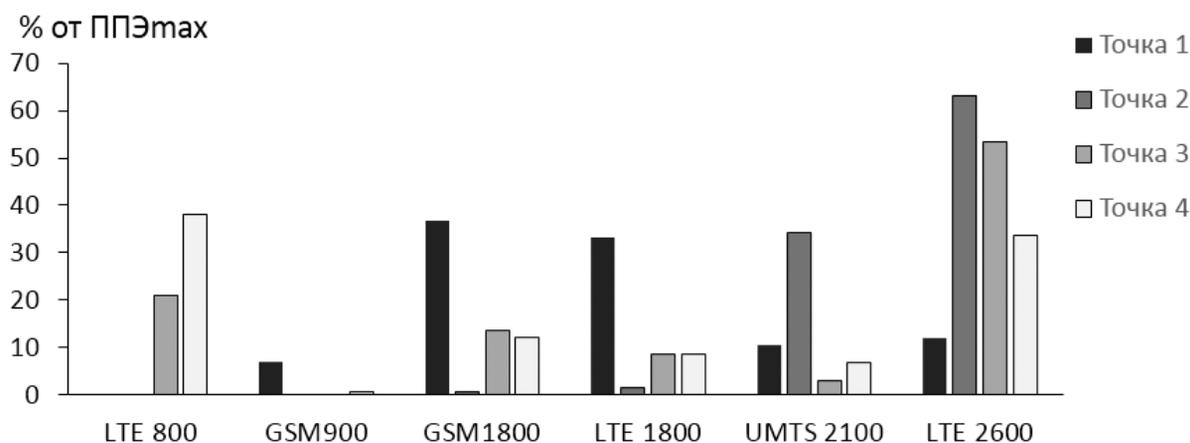


Рисунок 2. — Вклад различных стандартов сотовой связи в максимальный уровень ППЭ

Данные оценки ЭМП, представленные на рисунке 2, отражают неоднородность вклада стандартов различных поколений сотовой связи в электромагнитную обстановку на территории одного микрорайона. Так, в общем случае условия экспозиции ЭМП создаются преимущественно стандартом LTE в диапазонах частот 800 и 2600 МГц, за исключением точки 1, где вклад LTE 1800 сопоставим с вкладом GSM 1800 (более 30%). Для всех точек измерений стандарт LTE 2600 вносит вклад 12–63% в максимально возможный уровень ЭМП, тогда как стандарт GSM 900 — Менее 10%, причем значим только в двух точках.

Проведенные исследования позволили провести оценку текущих и максимально возможных уровней экспозиции ЭМП, создаваемых сетями сотовой связи действующих стандартов поколений 2–4 G на территории микрорайона. Для характеристики электромагнитной обстановки определялись как общий уровень электромагнитного фона, так и вклад в него отдельных стандартов и частотных диапазонов. Полученные данные представляются актуальными для совершенствования подходов к оценке и контролю уровней ЭМП в части использования возможностей селективных измерений и прогнозирования наихудших условий воздействия ЭМП на человека, оценки вклада новых источников ЭМП в существующую и перспективную электромагнитную обстановку.

## Литература

1. *Wuschek, M. Measuring RF Electromagnetic Fields at Mobile Communications Base Station and Broadcast Transmitter Sites.* — Pfullingen: Narda Safety Test Solutions GmbH, 2019. — 239 p.

Поступила 09.11.2020

## СПОСОБ ГАЗОХРОМАТОГРАФИЧЕСКОГО ОПРЕДЕЛЕНИЯ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИХ ПЕСТИЦИДОВ В ПЛОДООВОЩНОЙ ПРОДУКЦИИ

*Плешак Е. М., epleshak@mail.ru,  
Таргонская А. В., antargonskaya@yandex.by,  
Тимофеева О. Н., elmercvet@mail.ru*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Хлорорганические пестициды (далее — ХОП) относятся к группе производных хлорированных углеводородов, являются стойкими органическими загрязнителями и запрещены к использованию. Они известны своей высокой токсичностью, медленным разложением в окружающей среде и биоаккумуляцией [1]. Как правило, в пищевых продуктах обнаруживаются сравнительно небольшие количества пестицидов. Однако в связи с возможностью накопления хлорорганических соединений в жировых тканях теплокровных животных и человека анализ их остаточных количеств в пищевой продукции остается важным [2]. В Республике Беларусь в соответствии с требованиями Технического регламента Таможенного союза 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» [3] допускается содержание ХОП в пищевых продуктах на уровнях не более 0,0002–3,0 мг/кг в зависимости от вида продукта. Содержание ХОП в плодоовощной продукции должно составлять не более 0,0002 мг/кг.

Для анализа ХОП в плодоовощной продукции применяют ГОСТ 30349–96 [4]. В методике [4] используют стеклянные газохроматографические колонки длиной 1 м, диаметром 3 мм и длиной 1,5 м, диаметром 3 мм, заполненные слабополярной фазой OV-17, OV-210 или SE-30 на хроматоне. Анализ проводят на газовом хроматографе «Газохром 1109» с детектором электронного захвата. Газом-носителем выступает азот. Анализ ведут в изотермическом режиме. Также в [4] для каждой группы пестицидов (3 группы) предусмотрено отдельное приготовление градуировочных растворов. Готовят для каждой группы ХОП основной, 3 промежуточных, 8 рабочих растворов в интервале 0,002–0,4 мкг/см<sup>3</sup>. Для построения градуировочных графиков хроматографируют рабочие растворы 2 раза, их срок хранения не более двух недель.

Недостатками данной методики являются длительность подготовки стеклянной хроматографической колонки, наполнение которой происходит вручную; приготовление большого количества градуировочных растворов и небольшой срок их хранения; длительность построения градуировочных графиков.

Целью данной работы являлась разработка способа газохроматографического анализа с использованием современного оборудования с одновременным построением градуировочных графиков для всех ХОП для оптимизации количественного определения пестицидов в плодах, овощах и продуктах их переработки по ГОСТ 30349–96 [4].

В качестве объектов исследования использовали следующие пестициды:  $\alpha$ -изомер гексахлорциклогексана (далее —  $\alpha$ -ГХЦГ),  $\beta$ -изомер гексахлорциклогексана (далее —  $\beta$ -ГХЦГ),  $\gamma$ -изомер гексахлорциклогексана (далее —  $\gamma$ -ГХЦГ), гептахлор, алдрин, гексахлорбензол, 4,4'-дихлордифенилди-хлорэтана (далее — ДДД), 4,4'-дихлордифенилтрихлорэтана (далее — ДДТ), 4,4'-дихлордифенилтрихлорэтилена (далее — ДДЕ).

Нами были установлены условия хроматографирования с применением современного газового хроматографа «Хроматэк-Кристалл» с детектором электронного захвата, оснащенного капиллярной колонкой Rxi-5ms (30 м × 0,25 мм × 0,25 мкм) или DB-5 (30 м × 0,25 × 0,25 мкм) со слабополярной жидкой фазой, в качестве газа-носителя использовали водород. Установленные условия хроматографирования представлены в таблице 1.

Таблица 1. — Условия газохроматографического анализа ХОП в плодоовощной продукции

Условия анализа		Хроматограф, хроматографическая колонка	
		«Хроматэк Кристалл», колонка Rxi-5 ms	«Хроматэк Кристалл», колонка DB-5
Объем вводимой пробы		1 мм <sup>3</sup>	1 мм <sup>3</sup>
Скорость газа-носителя (водорода)		38 см <sup>3</sup> /с	31 см <sup>3</sup> /с
Температура термостата колонки	T <sub>1</sub>	160 °С	160 °С
	программирование	10 °С/мин	10 °С/мин
	T <sub>2</sub>	190 °С	190 °С
	программирование	3 °С/мин	3 °С/мин
	T <sub>3</sub>	200 °С	200 °С
	программирование	10 °С/мин	10 °С/мин
	T <sub>4</sub>	240 °С	240 °С
	время	1 мин	1 мин
	программирование	10 °С/мин	10 °С/мин
	T <sub>5</sub>	260 °С	260 °С
Деление потока газа-носителя в испарителе		1:5,3	1:9,5
Температура испарителя		250 °С	250 °С
Температура детектора		280 °С	280 °С
Время анализа		16 мин	20 мин

Для построения градуировочных графиков зависимости величины аналитического сигнала от концентрации пестицида в растворе весовым способом готовили один основной раствор, 2 промежуточных раствора, 5 градуировочных растворов в интервале 0,01–0,1 мкг/см<sup>3</sup>, содержащие все исследуемые ХОП. Далее проводили хроматографический анализ 5 градуировочных растворов 2 раза. Согласно проведенным нами исследованиям срок хранения рабочих растворов составляет 1 месяц.

На рисунке 1 представлена хроматограмма градуировочного раствора смеси 9 ХОП с концентрацией 0,1 мкг/см<sup>3</sup>. Пики ХОП на хроматограмме четкие, хорошо отделены друг от друга.

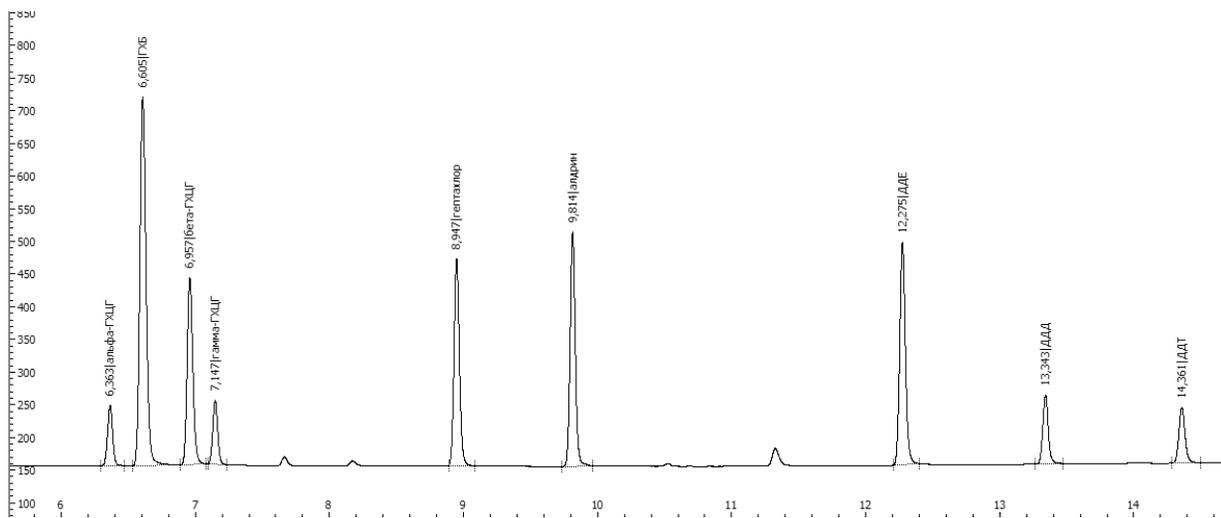


Рисунок 1. — Хроматограмма градуировочного раствора смеси 9 ХОП в концентрации 0,1 мкг/см<sup>3</sup>

В разработанном способе для каждого пестицида были рассчитаны метрологические характеристики: норматив стабильности градуировочного графика ( $K$ , %) и стандартное отклонение ( $Sr$ , %) для концентрации 0,01 мкг/см<sup>3</sup>. Максимальные значения представлены в таблице 2.

Таблица 2. — Максимальные значения норматива стабильности градуировочного графика и стандартного отклонения для 9 ХОП с концентрацией раствора 0,1 мкг/см<sup>3</sup>

Название пестицида	$K$ , %	$Sr$ , %
α-ГХЦГ	19,6	9,1
β-ГХЦГ	19,5	9,1
γ-ГХЦГ	25,9	12,1
ГХБ	18,6	8,7
Гептахлор	26,1	12,2
Алдрин	19,1	8,9
ДДЕ	20,4	9,5
ДДТ	31,3	14,6
ДДД	16,3	7,6

Также нами предложено производить окончательное разбавление сухого остатка пробы не в 10 см<sup>3</sup>, как в методе [4], а в 1 см<sup>3</sup>, что позволило в 10 раз снизить пределы определения ХОП в сравнении с ГОСТ 30349–96 [4].

Таким образом, разработанный способ на основе использования капиллярных газохроматографических колонок и водорода в качестве газа-носителя позволил оптимизировать определение ХОП в плодоовощной продукции, получить эффективное разделение компонентов анализируемой смеси, в том числе расположенных близко пиков изомеров α-ГХЦГ, β-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, и значительно снизить предел определения для всех ХОП до 0,0002 мкг/кг (для α-ГХЦГ, β-ГХЦГ, γ-ГХЦГ с 0,001 мг/кг, для гептахлора и алдрина с 0,005 мг/кг, для ДДЕ, ДДТ, ДДД с 0,007 мг/кг). Приготовление 11 градуировочных растворов вместо 36 позволило сократить расход растворителя (гексана), время приготовления градуировочных растворов и в целом время построения градуировочных графиков по сравнению с методом [4]. Также было установлено, что приготовленные градуировочные растворы остаются стабильными более длительное время.

## Литература

1. Jayaraj, R. Organochlorine pesticides, their toxic effects on living organisms and their fate in the environment / R. Jayaraj, P. Megha, P. Sreedev // J. Interdiscip Toxicol. — 2016. — Vol. 9, № 3–4. — P. 90–100.
2. Борушко, Н.В. Санитарно-гигиенический контроль содержания пестицидов в пищевой продукции: учебно-метод. пособие / Н.В. Борушко, П.Г. Новиков, Н.Л. Бацукова. — Минск: БГМУ, 2017. — 39 с.

3. ТР ТС 021/2012. Технический регламент Таможенного союза «О безопасности пищевой продукции» [Электронный ресурс] // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «ЮрСпектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2020.

4. ГОСТ 30349–96. Плоды, овощи и продукты их переработки. Методы определения остаточных количеств хлорорганических пестицидов. — Введ. 1998–01–01. — М. : Стандартинформ, 2008. — 14 с.

Поступила 04.11.2020

## УРОВНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ЛЕКАРСТВЕННОГО РАСТИТЕЛЬНОГО СЫРЬЯ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ

Плешкова А. А., *spectrometric@rspch.by*,  
Устинович А. Ю., *spectrometric@rspch.by*,  
Кузовкова А. А., к. б. н., *zav\_lsi@rspch.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В настоящее время к категории тяжелых металлов (далее — ТМ) относят 53 элемента с плотностью более 5 г/см<sup>3</sup>. Наиболее известными из них являются свинец (Pb), кадмий (Cd), мышьяк (As), ртуть (Hg), железо (Fe), медь (Cu), цинк (Zn), кобальт (Co), хром (Cr), марганец (Mn). Многие ТМ естественным образом присутствуют в земной коре. Проблема возникает, когда они в бытке выбрасываются в окружающую среду в результате природных процессов и/или антропогенной деятельности. В течение последних нескольких десятилетий индустриализация и современные методы ведения сельского хозяйства привели к увеличению загрязнения окружающей среды ТМ. Большие площади земель загрязнены ТМ из-за использования пестицидов, удобрений, бытовых и компостных отходов, а также из-за выбросов на металлургических предприятиях и рудниках. ТМ представляют опасность из-за их стойкости в природе. Например, время удерживания в почве Pb — одного из наиболее токсичных ТМ — составляет 150–5000 лет. Растения способны поглощать ТМ из почвы и накапливать их, что приводит к загрязнению пищевой цепи. Растения являются основным звеном в переносе ТМ из загрязненной почвы к человеку, что делает его предрасположенным к ряду заболеваний, от дерматита до различных видов рака [1]. ТМ, поступающие с растениями, в том числе с лекарственными, в организм человека, способны взаимодействовать с белками, нуклеиновыми кислотами, изменять активность ферментов, нарушать их биологические и транспортные свойства. ТМ имеют низкую скорость выведения через почки, что может привести к разрушительному воздействию на человека даже при очень низких концентрациях [2].

Всемирная организация здравоохранения (далее — ВОЗ) установила безопасные уровни содержания двух ТМ в лекарственных растениях: Pb — 10 мг/кг, Cd — 0,3 мг/кг [3]. Ряд стран разработал национальные нормативы по более широкому спектру ТМ. Например, Канада установила нормативы содержания 5 ТМ в лекарственных растениях: Pb (10,0 мг/кг), Cd (0,3 мг/кг), As (5,0 мг/кг), Hg (0,2 мг/кг), Cr (2,0 мг/кг). В Китае помимо пределов содержания Pb (10,0 мг/кг), Cd (1,0 мг/кг), As (2,0 мг/кг), Hg (0,5 мг/кг) разработан норматив по общему содержанию ТМ в лекарственных растениях (20,0 мг/кг). В Южной Корее существует лишь норматив по общему содержанию ТМ в лекарственных растениях — 30,0 мг/кг. Сингапур кроме пределов содержания Pb (20,0 мг/кг), As (5,0 мг/кг) и Hg (0,5 мг/кг) разработал норматив по содержанию в лекарственных растениях Cu (150 мг/кг) [3].

В Республике Беларусь и других странах Евразийского экономического союза (далее — ЕАЭС) содержание ТМ в лекарственных растениях регламентируется нормативами Технического регламента ТР ТС 021/2011 «О безопасности пищевой продукции» (далее — ТР ТС 021/2011) [4]. Есть нормативы для биологически активных добавок к пище на растительной основе, в том числе цветочной пыльцы, сухих чаев: содержание Pb не должно быть более 6,0 мг/кг; Cd — 1,0 мг/кг, As — 0,5 мг/кг; Hg — 0,1 мг/кг.

Однако ВОЗ и национальные регуляторы, в том числе ЕАЭС, до сих пор не определили допустимые уровни накопления в лекарственных растениях других ТМ, поскольку многие из них также

являются важными пищевыми микроэлементами для человека. В условиях возрастающей антропогенной нагрузки проблема экологической чистоты лекарственных растений становится особенно актуальной и требует повышения контроля над качеством растительного сырья с учетом загрязнения ТМ.

Цель исследований — оценить уровни контаминации ТМ (Cd, Pb, Hg, As) лекарственного растительного сырья, поставляемого в 2019–2020 гг. белорусским фармацевтическим предприятиям для производства лекарственных средств.

Все испытанные образцы представляли собой высушенный измельченный материал. Масса навески составляла 0,5 г. В качестве окислителя использовали смесь концентрированных азотной кислоты (65 %) и перекиси водорода (30 %) в соотношении 8:2. Разложение образцов растительности проводили по двухстадийной программе при 80 % общей мощности (1600 W) с контролем процесса по температуре при следующих параметрах: 1 стадия: температура — 160 °С, давление — 200 psi (1,379 мПа); 2 стадия: температура — 210 °С, давление — 220 psi (1,516 мПа). Время роста давления и температуры составляло 20 мин, время выдержки при заданных параметрах — 20 мин. Минерализованные образцы количественно переносили в мерную колбу объемом 25 см<sup>3</sup> и доводили деионизованной водой до метки.

Измерения содержания ТМ в минерализате проводили на атомно-эмиссионном спектрометре с индуктивно-связанной плазмой Horiba JY 2000 (Horiba Jobin Yvon, Япония-Франция). Градуировочные зависимости строили с использованием мультиэлементных стандартов ICP multi-element standard solution IV и ICP multi-element standard solution XVI (Merck, Германия).

Определение содержания Hg проводили на анализаторе ртути РА-915М с приставкой ПИРО-915+. Данная приставка позволяет проводить измерение без предварительной подготовки пробы, переводя Hg, находящуюся в исследуемом образце, в атомарное состояние методом пиролиза и последующим переносом ее из атомизатора в аналитическую кювету газом-носителем. Масса навески для определения Hg составляла от 0,03 до 0,11 мг. Для установления градуировочной характеристики, выражающей зависимость величины аналитического сигнала от массовой концентрации Hg в растворе, использовали государственный стандартный образец 7879–2001 «Массовая концентрация ионов Hg (II) 1 г/дм<sup>3</sup>».

Полученные результаты исследований контаминации ТМ лекарственного растительного сырья, поставляемого белорусским фармацевтическим предприятиям для производства лекарственных средств, представлены в таблице 1. Повторность опытов при определении всех исследуемых химических элементов была двукратной. В таблице с результатами исследований приведено среднее значение между двумя повторностями опытов.

Содержание Pb во всех проанализированных образцах варьировалось от Менее 0,016 мг/кг в пустырнике — траве измельченной (образец № 3), боярышнике — плодах дробленых (образец № 3), траве зверобоя (образец № 1) до 1,65 мг/кг в корневищах валерианы с корнями измельченными (образец № 2), выращенных в Республике Польша, что ниже, чем установленный в странах ЕАЭС норматив — 6 мг/кг [4], и существенно ниже рекомендованного ВОЗ и принятого в Канаде и Китае (10 мг/кг), не говоря о Сингапуре (20 мг/кг) [3].

Pb, как известно, является одним из самых высокотоксичных загрязнителей окружающей среды. Он может образовывать комплекс с различными биомолекулами и отрицательно влиять на их функции. Воздействие Pb может оказывать неблагоприятное воздействие на кровь и сердечно-сосудистую, нервную, иммунную, почечную, скелетно-мышечную, репродуктивную системы. Воздействие Pb внутриутробно и в раннем детстве связано с замедлением когнитивного развития, дефицитом обучения и многими другими эффектами.

Концентрации Cd в исследованном лекарственном растительном сырье варьировались от Менее 0,0075 мг/кг до 0,268 мг/кг в цветках ромашки, выращенных в Республике Беларусь. В цветках ромашки норматив (1 мг/кг), установленный в странах ЕАЭС [4], не был превышен, но находился практически на уровне предела, установленного ВОЗ и действующего в Канаде (0,3 мг/кг) [3].

Высокий уровень Cd оказывает серьезное токсическое действие на здоровье человека, при этом важнейшим органом-мишенью являются почки. Выведение Cd происходит очень медленно, он накапливается в почках человека в течение относительно длительного времени, что приводит к необратимому поражению почечного тракта [2]. В высоких концентрациях кадмий оказывает серьезное воздействие на печень, сосуды и иммунную систему [2].

Таблица 1. — Содержание ТМ в лекарственном растительном сырье, поставляемом белорусским фармацевтическим предприятиям для производства лекарственных средств в 2019–2020 гг.

Лекарственное растение	Содержание тяжелых металлов			
	Pb, мг/кг	Cd, мг/кг	As, мг/кг	Hg, мг/кг
Календулы (ноготков) цветки измельченные	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,0033
Пустырника трава измельченная (образец № 1)	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,0033
Пустырника трава измельченная (образец № 2)	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,0033
Пустырника трава измельченная (образец № 3)	Менее 0,016	Менее 0,0125	Менее 0,042	Менее 0,0025
Ромашки цветки	Менее 0,075	0,268	Менее 0,075	Менее 0,0033
Каштана конского семена измельченные	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,0033
Пиона уклоняющегося корневища и корни	Менее 0,075	0,05	Менее 0,075	Менее 0,0033
Пиона уклоняющегося трава	Менее 0,075	0,16	Менее 0,075	Менее 0,0033
Тысячелистника трава (образец № 1)	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,0020
Тысячелистника трава (образец № 2)	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,0033
Боярышника плоды дробленые (образец № 1)	Менее 0,0375	Менее 0,0038	Менее 0,0375	Менее 0,0020
Боярышника плоды (образец № 2)	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,0033
Боярышника плоды дробленые (образец № 3)	Менее 0,016	Менее 0,0125	Менее 0,042	Менее 0,0020
Элеутерококка корневища и корни	Менее 0,016	Менее 0,0125	Менее 0,042	Менее 0,0020
Зверобоя трава (образец № 1)	Менее 0,016	Менее 0,0125	Менее 0,042	Менее 0,0020
Зверобоя трава (образец № 2)	Менее 0,0188	Менее 0,0019	Менее 0,0188	Менее 0,0033
Зверобоя трава (образец № 3)	Менее 0,0188	Менее 0,0019	Менее 0,0188	Менее 0,0033
Шалфея лекарственного листья (образец № 1)	Менее 0,0188	Менее 0,0019	Менее 0,0188	Менее 0,0033
Шалфея лекарственного листья (образец № 2)	Менее 0,0188	Менее 0,0019	Менее 0,0188	Менее 0,0033
Валерианы корневища с корнями измельченные (образец № 1)	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,0033
Валерианы корневища с корнями измельченные (образец № 2)	1,65	0,075	0,467	0,0046
Душицы трава измельченная	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,0033
Синюхи корневища с корнями	Менее 0,075	Менее 0,0075	Менее 0,075	Менее 0,01
Аралии маньчжурской корни измельченные	1,09	0,052	0,442	Менее 0,0025

Содержание Hg во всех проанализированных образцах было существенно ниже, чем установленный в ЕАЭС норматив в 0,1 мг/кг [4]. Интересно, что в Канаде данный норматив выше в 2 раза (0,2 мг/кг), в Китае и Сингапуре — в 5 раз (0,5 мг/кг) [3].

Hg относится к ядам 1-го класса опасности и способна накапливаться в организме человека. Наибольшему токсическому воздействию подвергается нервная система. Попадая в организм человека, Hg активирует перекисное окисление липидов, повышается проницаемость клеточных мембран. В результате клетки не могут полноценно функционировать и погибают.

Концентрации As в исследованном лекарственном растительном сырье варьировались от Менее 0,0188 мг/кг в целом ряде лекарственных растений до 0,442 мг/кг в корнях измельченных аралии маньчжурской, выращенных в Алтайском крае Российской Федерации, и 0,467 мг/кг в корневищах валерианы с корнями измельченными (образец № 2) из Республики Польша. В корнях измельченных аралии маньчжурской и корневищах валерианы с корнями измельченными (образец № 2) норматив (0,5 мг/кг), установленный в странах ЕАЭС [4], не был превышен, но находился практически на его уровне. В настоящее время ВОЗ не определила безопасный уровень содержания As [3]. В других странах данный норматив существенно выше, чем в странах ЕАЭС: в Китае — 2,0 мг/кг, Канаде и Сингапуре — 5,0 мг/кг.

Пятивалентный As<sup>5+</sup> (арсенат или органическая форма) Менее токсичен, чем трехвалентная форма As<sup>3+</sup> (арсенит или неорганическая форма), что обусловлено более низкой растворимостью первого. В целом нерастворимые соли As (триоксид As, арсенат свинца) и органические алканарсенаты обладают значительно более слабыми токсическими свойствами, чем растворимые неорганические соединения As (арсенит натрия, мышьяковая и мышьяковистая кислоты). Существует широ-

кий диапазон токсичности в зависимости от конкретного соединения и формы. Соединения As хорошо всасываются парентерально в течение 24 ч. As первоначально локализуется в крови, связываясь с глобулином. В течение 24 ч происходит перераспределение As в печень, легкие, стенки кишечника и селезенку, где As связывается с сульфгидрильными группами тканевых белков. Лишь небольшое количество мышьяка проникает через гематоэнцефалический барьер. As замещает фосфор в костях, где он может оставаться годами. As может вызывать рак кожи, печени, легких, почек и мочевого пузыря [5].

Таким образом, представленные результаты исследования указывают, что в целом лекарственное растительное сырье, поставляемое фармацевтическим предприятиям Республики Беларусь в 2019–2020 гг., не контаминировано на существенных уровнях ТМ, однако при долгосрочном потреблении трав, загрязненных ТМ даже в следовых количествах, существует потенциальный риск для здоровья людей. Необходимы дальнейшие более масштабные исследования для определения присутствия ТМ в лекарственных растениях и оценки их долгосрочного совокупного риска для здоровья населения.

## Литература

1. Heavy Metal Tolerance in Plants: Role of Transcriptomics, Proteomics, Metabolomics, and Ionomics [Electronic resource] / S. Singh [et al.]. — Mode of access: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fpls.2015.01143/full>. — Date of access: 26.09.2020.
2. Determination of Heavy Metals Concentration in Traditional Herbs Commonly Consumed in the United Arab Emirates / R. Dghaim [et al.] // Journal of environmental and public health. — 2015. — Vol. 4. — P. 1–6.
3. WHO Guidelines for Assessing Quality of Herbal Medicines with Reference to Contaminants and Residues. — Geneva, 2007. — 116 p.
4. О безопасности пищевой продукции: ТР ТС 021/2011: принят 09.12.2011: вступ. в силу 01.07.2013: изм. 08.08.2019 / Евраз. экон. комис. — Минск: БелГИС, 2020. — С. 97–98.
5. Отравление мышьяком и его побочные эффекты [Электронный ресурс]. — Режим доступа: [https://meduniver.com/Medical/toksikologia/otravlenie\\_mishiakom.html](https://meduniver.com/Medical/toksikologia/otravlenie_mishiakom.html). — Дата доступа: 11.11.2020.

Поступила 12.11.2020

## МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОСТАТОЧНОГО СОДЕРЖАНИЯ СУЛЬФАДИМЕЗИНА И МЕТРОНИДАЗОЛА В МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ

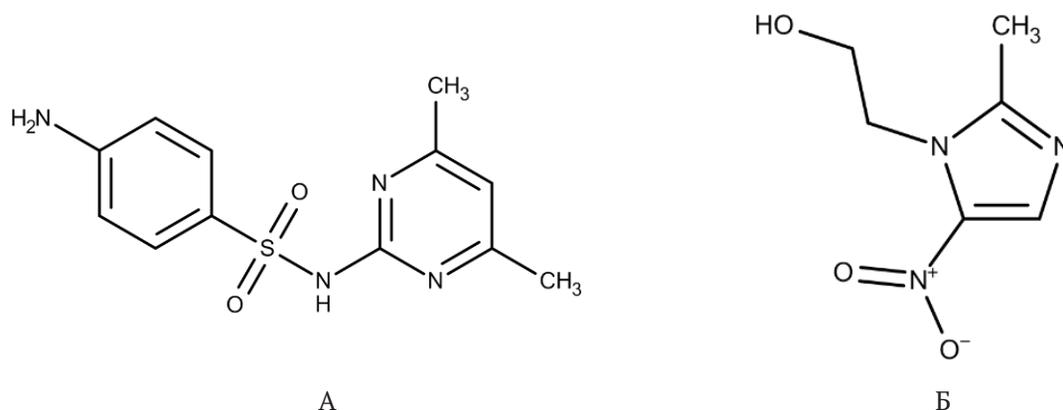
Полоневич А.Г., [gannapalanevich@gmail.com](mailto:gannapalanevich@gmail.com),  
Бельшева Л.Л., [lbelysheva@gmail.com](mailto:lbelysheva@gmail.com),  
Малиновская Е.А., [chf@rspch.by](mailto:chf@rspch.by),  
Булгакова О.А., [chf@rspch.by](mailto:chf@rspch.by)

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Введение антибиотиков сельскохозяйственным животным может привести к загрязнению ими пищевых продуктов. Употребление такой продукции приводит к изменению кишечной микрофлоры человека, размножению патогенных микробов, возникновению аллергических заболеваний [1, 2]. В Республике Беларусь и в Таможенном союзе в соответствии с санитарно-гигиеническими требованиями установлены максимально допустимые уровни остаточного содержания антибиотиков сульфаниламидной группы и метронидазола в пищевых продуктах [2].

Сульфадимезин ( $C_{12}H_{14}N_4O_2S$ ; 278,3 г/моль) — противомикробное средство, относящееся к группе сульфаниламидов. Оказывает противомикробное действие по отношению к стрептококкам, менингококкам, гонококкам, пневмококкам, кишечной палочке и некоторым другим бактериям. Механизм действия обусловлен конкурентным антагонизмом с пара-аминобензойной кислотой, угнетением дигидроптероатсинтазы, нарушением синтеза тетрагидрофолиевой кислоты, необходимой для синтеза пуринов и пиримидинов [3].

Метронидазол ( $C_6H_9N_3O_3$ ; 171,15 г/моль) — препарат, обладающий широким спектром действия в отношении простейших (трихомонад, лямблий, дизентерийных амеб, балантидий, лейшманий), а также споро- и неспорообразующих облигатных анаэробных бактерий. Механизм действия метронидазола заключается в биохимическом восстановлении 5-нитрогруппы метронидазола внутриклеточными транспортными протеинами анаэробных микроорганизмов и простейших. Восстановленная 5-нитрогруппа метронидазола взаимодействует с ДНК клетки микроорганизмов, ингибируя синтез их нуклеиновых кислот, что ведет к гибели микроорганизмов. Благодаря хорошему противопаразитарному и антимикробному действию метронидазол широко используется в ветеринарии для лечения заболеваний, спровоцированных анаэробами [3, 4].



**Рисунок 1. — Структурные формулы сульфадимезина (А) и метронидазола (Б)**

В настоящее время требуется совершенствование методов контроля содержания сульфаниламида и метронидазола в пищевой продукции, в том числе молочной. Требованиями [2] для молока установлен максимально допустимый уровень содержания для антибиотиков сульфаниламидной группы не более 25 мкг/кг, содержание метронидазола не допускается.

Для разных видов пищевой продукции используют методики определения сульфадимезина и метронидазола, пробоподготовка которых обусловлена природой пищевой матрицы и структурой извлекаемых антибиотиков. В целом процедура подготовки проб должна включать стадию выделения антибиотиков из пищевой матрицы и стадию очистки экстракта.

Целью работы явилась разработка унифицированной, воспроизводимой и высокочувствительной методики одновременного определения остаточного содержания сульфадимезина и метронидазола в молочной продукции методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием (ВЭЖХ–МС/МС), соответствующей санитарно-гигиеническим требованиям Республики Беларусь и Таможенного союза.

Реактивы, материалы, оборудование. В качестве стандартных образцов использовали сульфадимезин (сульфаметазин) и метронидазол производства фирмы Sigma-Aldrich с содержанием основного вещества не менее 98,0%. В качестве внутренних стандартов применяли сульфаметазин- $D_4$  ( $\geq 98,0\%$ ; Toronto Research Chemicals); и раствор метронидазола- $D_3$  в метаноле (1,00 мг/см<sup>3</sup>; Cerrilant Analytical Reference Standards). Использовали ацетонитрил для ВЭЖХ ( $\geq 99,9\%$ , Fisher Scientific, Великобритания); метанол для ВЭЖХ ( $\geq 99,9\%$ , Carlo Erba, Франция); н-гексан для ВЭЖХ ( $\geq 99,9\%$ , Panreac, Испания); муравьиную кислоту (98%, Acros Organics, Бельгия). Деионизованную воду получали с помощью системы очистки воды MicroPure UV (Thermo Scientific, США). Азот чистотой не менее 95% получали с помощью генератора азота мембранного Infinity XE5011 (Peak Scientific, Великобритания). Хроматографическое разделение проводили на обращеннофазной колонке Zorbax SB C18 длиной 150 мм, внутренним диаметром 2,1 мм, с зернением сорбента 3,5 мкм (Agilent Technologies, США). Пробы перед анализом ВЭЖХ–МС/МС фильтровали с помощью мембранных шприцевых фильтров из регенерированной целлюлозы (15 мм, 0,2 мкм; Agilent Technologies; Китай). Твердофазную экстракцию (ТФЭ) проводили на картриджах SampliQ OPT (60 мг, 3 см<sup>3</sup>, Agilent Technologies, США); Chromabond HR-X (200 мг, 3 см<sup>3</sup>, Macherey-Nagel, Германия); Strata-X (60 мг; 3 см<sup>3</sup>, Phenomenex, США), Strata-X (200 мг, 3 см<sup>3</sup>, Phenomenex, США), Oasis HLB (60 мг; 3 см<sup>3</sup>, Waters, Исландия), Oasis HLB (200 мг; 6 см<sup>3</sup>, Waters,

Исландия). Количественное определение осуществляли с помощью жидкостного хроматографа LC-20 Prominence с масс-спектрометрическим детектором LCMS-8040 (Shimadzu, Япония).

Условия хроматографического разделения. Колонка: Zorbax SB C18 (150 × 2,1 мм, 3,5 мкм). Компоненты подвижной фазы: 0,1 %-й раствор муравьиной кислоты в воде (А) и ацетонитрил (Б). Скорость потока подвижной фазы — 0,3 см<sup>3</sup>/мин. Режим градиентного элюирования: 0–8,25 мин — от 0 до 42 об. % Б; 8,25–9,0 мин от 42 до 99 об. % Б; 9,0–12,0 мин — 99 об. % Б; 12,0–12,5 мин — от 99 до 0 об. % Б; 12,5–17,0 мин — 0 об. % Б. Температура термостата колонки — 40 °С. Объем вводимой пробы — 10 мкл.

Выбор условий масс-спектрометрического детектирования. Ионизацию сульфадимезина, метронидазола и их дейтерированных внутренних стандартов осуществляли электрораспылением и регистрировали положительно заряженные ионы. В качестве подвижной фазы при установлении параметров масс-спектрометрического детектирования использовали 0,1 %-ю муравьиную кислоту и ацетонитрил в объемном соотношении 1:1. В результате сканирования индивидуальных растворов аналитов и внутренних стандартов в режиме MS2 Scan были получены спектры с сигналами, соответствующими протонированным изотопологам [M+H]<sup>+</sup>. В результате анализа спектров в качестве родительских ионов сульфадимезина, метронидазола, сульфадимезина-D<sub>4</sub> и метронидазола-D<sub>3</sub>, были установлены псевдомолекулярные ионы с величиной отношения массы к заряду *m/z* 279,1; 283,2; 172,1 и 175,2 соответственно. Для установления дочерних ионов через первый квадруполь пропускали родительские ионы, подвергали их фрагментации в ячейке соударений и сканировали полученные осколки третьим квадруполем (режим Product Ion Scan). Фрагментацию проводили при различных значениях энергии соударения для выяснения ее наилучших значений. В таблице 1 представлены установленные значения *m/z* дочерних ионов и соответствующие величины энергии соударений. Также оптимизировали значения напряжений ионной оптики Q1 Pre-rod Bias и Q3 Pre-rod Bias для наилучшей передачи ионов через первый и третий квадруполь (таблица 1). Изучили влияние параметров источника ионизации на интенсивность откликов и установили следующие значения: поток газа распыления — 3,0 л/мин, поток газа десольватации — 15 л/мин, температура линии десольватации — 190 °С; температура нагревательного блока — 350 °С соответственно.

Таблица 1. — Параметры масс-спектрометрического детектирования сульфадимезина и метронидазола и их внутренних стандартов в режиме мониторинга множественных реакций с регистрацией положительно заряженных ионов

Аналит	«Родительские» ионы, <i>m/z</i>	Напряжение Q1 Pre Bias, В	«Дочерние» ионы, <i>m/z</i>	Энергия соударений, В	Напряжение Q3 Pre Bias, В
Сульфадимезин	279,0	-14	186,0 124,0	-18 -23	-18 -12
Сульфаметазин-D <sub>4</sub>	283,2	-14	186,0	-18	-19
Метронидазол	172,1	-19	128,0 82,1	-15 -26	-12 -30
Метронидазол-D <sub>3</sub>	175,2	-20	131,0	-16	-13

Количественные измерения проводили по основному, наиболее интенсивному, «дочернему» иону. Достоверность определения подтверждали по величине отношения отклика второго «дочернего» иона к отклику основного «дочернего» иона.

Градуировочные растворы. Предусмотрено приготовление двух серий матричных градуировочных растворов в зависимости от предполагаемого уровня содержания аналитов. Для построения градуировочных графиков в диапазоне массовой доли определяемых соединений от 0,8 до 10,0 мкг/кг готовят серию градуировочных растворов с приписанными значениями массовой доли сульфадимезина и метронидазола 0,8; 3,0; 6,0 и 10,0 мкг/кг, сульфаметазина-D<sub>4</sub> и метронидазола-D<sub>3</sub> по 10 мкг/кг. Если расчетное значение содержания любого из аналитов превышает 10 мкг/кг, необходимо построение градуировочных графиков в диапазоне измерений от 10,0 до 50,0 мкг/кг на основе серии градуировочных растворов с приписанными значениями массовой доли сульфадимезина и метронидазола 6,0; 10,0; 25,0 и 50,0 мкг/кг, сульфаметазина-D<sub>4</sub> и метронидазола-D<sub>3</sub> по 10 мкг/кг. Для приготовления указанных матричных градуировочных растворов в центрифужные пробирки вместимостью 50 см<sup>3</sup> помещали по 1,0 г соответствующей пищевой матрицы, не содержащей сульфадимезин и метронидазол, и вносили аликвоты рабочих растворов смеси сульфадимезина и метронидазола

и рабочего раствора смеси внутренних стандартов сульфаметазина- $D_4$  и метронидазола- $D_3$ . Содержимое пробирок аккуратно перемешивали, оставляли для уравнивания на 15 мин. и затем проводили через все стадии пробоподготовки.

Очистка экстрактов методом твердофазной экстракции. Изучение возможности использования ТФЭ для очистки водных экстрактов аналитов из пищевой продукции проводили на картриджах с полимерными гидрофильно-гидрофобными фазами: SampliQ OPT; Chromabond HR-X; Strata-X, Oasis HLB. Картриджи последовательно кондиционировали 3 см<sup>3</sup> метанола, уравнивали 3 см<sup>3</sup> деионизованной воды, пропускали 5 см<sup>3</sup> водного раствора сульфадимезина и метронидазола концентрациями по 10 нг/см<sup>3</sup>, высушивали под вакуумом в течение 10 мин. и элюировали аналиты 3 см<sup>3</sup> ацетонитрила. Элюаты упаривали на нагревательном модуле при 40 °С в токе азота досуха. Сухой остаток растворяли в 5 см<sup>3</sup> деионизованной воды и анализировали при помощи ВЭЖХ–МС/МС.

Результаты исследований по выбору гидрофобно-гидрофильного полимерного сорбента для очистки и концентрирования аналитов, проведенных с использованием модельных водных растворов, представлены в таблице 2. Извлечение метронидазола и сульфадимезина отличалось в зависимости как от типа сорбента, так и его массы. Выход аналитов после пропускания через картриджи SampliQ OPT с массой сорбента 150 мг был значительно выше, чем при использовании 60 мг сорбента: выход R сульфадимезина составил 101,3% против 76,0%, метронидазола — 79,6% против 21,7%. Выход сульфадимезина после нанесения на картриджи Oasis HLB (60 мг) выше, чем при использовании Oasis HLB (200 мг) и составил 90,6% и 85,3% соответственно. Для метронидазола были получены противоположные результаты — выход лучше при большей массе сорбента: 102,6% против 91,7%. Выход аналитов при нанесении на картриджи Strata-X с различной массой сорбента оказались сопоставимы.

Картриджи, при использовании которых степень извлечения сульфадимезина составила более 95%, в порядке уменьшения извлечения: SampliQ OPT (150 мг), Strata-X (200 мг), HR-X (200 мг). Аналогично для метронидазола: Strata-X (60 мг), Oasis HLB (200 мг), HR-X (200 мг), Strata-X (200 мг). Таким образом, для одновременного определения сульфадимезина и метронидазола оптимальным выбором являются картриджи HR-X (200 мг) и Strata-X (200 мг).

Таблица 2. — Значения степени извлечения R сульфадимезина и метронидазола при использовании различных картриджей для твердофазной экстракции и соответствующие значения относительного стандартного отклонения s (n = 3)

Наименование картриджа	Сульфадимезин		Метронидазол	
	R, %	s, %	R, %	s, %
HR-X (200 мг)	93,7	6,2	99,2	1,9
SamplicQ OPT (60 мг)	76,0	5,8	21,7	2,9
SamplicQ OPT (150 мг)	101,3	3,6	79,6	3,1
Oasis HLB (60 мг)	90,6	2,2	91,7	5,7
Oasis HLB (200 мг)	85,3	0,9	102,6	2,4
Strata-X (60 мг)	91,1	12,3	108,7	2,7
Strata-X (200 мг)	94,3	2,8	98,6	1,1

Подготовка проб молока и молочной продукции. К навеске гомогенизированной пробы массой 1,00 г, взвешенной в полипропиленовой пробирке вместимостью 50 см<sup>3</sup>, вносили 100 мм<sup>3</sup> раствора смеси внутренних стандартов. Содержимое пробирки аккуратно перемешивали и оставляли для уравнивания на 10–15 мин. Затем в пробирку приливали 2 см<sup>3</sup> дистиллированной воды, тщательно перемешивали, добавляли 10 см<sup>3</sup> ацетонитрила и помещали на 10 мин. на электровстряхиватель для экстракции при интенсивном перемешивании. Далее пробу центрифугировали при 10 000 об/мин в течение 10 мин. при температуре 5 °С. После центрифугирования супернатант переносили в новую полипропиленовую пробирку, пробирку помещали на нагревательный модуль и упаривали водно-ацетонитрильный экстракт на нагревательном модуле в токе азота при температуре (40–45) °С до удаления органического растворителя. К остатку приливали 5 см<sup>3</sup> деионизованной воды и 5 см<sup>3</sup> н-гексана, встряхивали на электровстряхивателе в течение 5 мин. Далее содержимое пробирки центрифугировали при 10 000 об/мин в течение 5 мин. при температуре 5 °С. Гексановую фракцию отбрасывали. Обезжиренный водный экстракт пропускали через предварительно конди-

ционированный 3 см<sup>3</sup> метанола и 3 см<sup>3</sup> деионизованной воды картридж Chromabond HR-X, который затем промывали 3 см<sup>3</sup> деионизованной воды и высушивали под вакуумом в течение 10 мин. Аналиты и внутренние стандарты элюировали 3 см<sup>3</sup> ацетонитрила. Элюат упаривали на нагревательном модуле в токе азота при температуре (40–45) °С практически досуха. К остатку приливали в 1 см<sup>3</sup> деионизованной воды и тщательно перемешивали на электровстряхивателе. Полученный раствор фильтровали через мембранный шприцевой фильтр из регенерированной целлюлозы и анализировали методом ВЭЖХ–МС/МС.

Валидация. В рамках валидации разработанной методики оценивали рабочий диапазон, повторяемость, промежуточную прецизионность с двумя одновременно изменяющимися фактами (оператор и время), правильность, также была рассчитана расширенная неопределенность получаемых результатов. Методику валидировали с использованием трех видов молочной продукции — молока, кефира и сыра твердого. Стандартное отклонение повторяемости (далее —  $s_r$ ), стандартное отклонение промежуточной прецизионности (далее —  $s_{I(ТО)}$ ), пределы повторяемости (далее —  $r$ ), промежуточной прецизионности (далее —  $r_{I(ТО)}$ ) и расширенная неопределенность результатов измерений (далее —  $U$ ) были установлены для разработанной методики на основе наибольших значений, полученных для каждой из пищевых матриц (таблицы 3 и 4).

Таблица 3. — Относительные значения показателей повторяемости, промежуточной прецизионности, пределов повторяемости и промежуточной прецизионности и расширенной неопределенности при уровне доверия  $P=0,95$  для диапазона измерений аналитов от 0,8 до 10,0 мкг/кг

Аналит	Диапазон измерения, мкг/кг	U, %	$s_r$ , %	$s_{I(ТО)}$ , %	$r$ , %	$r_{I(ТО)}$ , %
Сульфадимезин	от 0,8 до 3,0 вкл.	40	4,5	7,7	12,6	21,6
	от св. 3,0 до 10,0 вкл.	23				
Метронидазол	от 0,8 до 3,0 вкл.	32				
	от св. 3,0 до 10,0 вкл.	15				

Таблица 4. — Относительные значения показателей повторяемости, промежуточной прецизионности, пределов повторяемости и промежуточной прецизионности и расширенной неопределенности при уровне доверия  $P=0,95$  для диапазона измерений аналитов от 6,0 до 50,0 мкг/кг

Аналит	Диапазон измерения, мкг/кг	U, %	$s_r$ , %	$s_{I(ТО)}$ , %	$r$ , %	$r_{I(ТО)}$ , %
Сульфадимезин	от 6,0 до 25,0 вкл.	19	4,5	7,7	12,6	21,6
	от св. 25,0 до 50,0 вкл.	13				
Метронидазол	от 6,0 до 25,0 вкл.	20				
	от св. 25,0 до 50,0 вкл.	13				

На основании проведенных исследований разработана и валидирована методика одновременного определения сульфадимезина и метронидазола в пробах молока и молочной продукции методом ВЭЖХ–МС/МС в диапазоне значений массовой доли аналитов от 0,8 до 50,0 мкг/кг. Для количественного определения сульфадимезина и метронидазола методом ВЭЖХ–МС/МС оптимизированы условия масс-спектрометрического детектирования аналитов и их дейтерированных форм, подобраны условия градиентного элюирования. Разработана процедура очистки получаемых водных экстрактов из проб молока и молочной продукции методом ТФЭ на основе изучения удерживания аналитов на картриджах, заполненных различными полимерными гидрофобно-гидрофильными сорбентами.

## Литература

1. Егоров, Н. С. Основы учения об антибиотиках / Н. С. Егоров. — М.: Изд-во Моск. ун-та: Наука, 2004. — 524 с.
2. О максимально допустимых уровнях остатков ветеринарных лекарственных средств (фармакологически активных веществ), которые могут содержаться в переработанной пищевой продукции животного происхождения, в том числе в сырье, и методиках их определения: решение Кол-

легии Евраз. экон. комис. 13.02.2018 № 28 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «Юрспектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2020.

3. Герасимов, Р. Н. Большой универсальный справочник лекарственных препаратов. Более 5000 современных средств и аналогов / Р. Н. Герасимов. — Белгород: Клуб семейного досуга, 2017. — 610 с.

4. Сравнительная оценка физико-химических методов контроля качества метронидазола / Сафонова Е. Ф. [и др.] // Вестник Вор. гос. ун-та. Сер.: Химия. Биология. Фармация. — 2008. — № 1. — С. 159–162.

Поступила 11.11.2020

## **ВЛИЯНИЕ ПЕСТИЦИДА НА ОСНОВЕ ПРОИЗВОДНОГО КЛАССА ФЕНОКСИУКСУСНЫХ КИСЛОТ НА ПРОЦЕССЫ НИТРИФИКАЦИИ В ПОЧВЕ**

*Синицкая Т. А., член-корр. РАН, профессор, [tasinitskaya@gmail.com](mailto:tasinitskaya@gmail.com),*

*Громова И. П., к. б. н., [gromovaip@mail.ru](mailto:gromovaip@mail.ru)*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены имени Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

В Указе Президента РФ «Об Основах государственной политики Российской Федерации в области обеспечения химической и биологической безопасности на период до 2025 года и дальнейшую перспективу» отмечено, что «состояние химической и биологической безопасности определяется состоянием защищенности населения и окружающей среды от негативного воздействия опасных химических и биологических факторов».

В настоящее время наиболее активными химическими соединениями, поступающими в больших масштабах в почву, являются пестициды.

Почва имеет важное санитарно-гигиеническое значение. В отличие от других сред в почве отсутствует возможность ее быстрого самоочищения, в связи с этим возникает угроза длительного сохранения в ней различных токсикантов и их метаболитов, в том числе пестицидов 1-го и 2-го класса опасности по стойкости в почве, которые, включаясь в экологические цепи почва — воздух — вода — растения — человек, могут оказывать длительное комплексное и комбинированное воздействие на организм человека.

В связи с этим исследования, направленные на гигиеническое нормирование содержания пестицидов в почве, на допустимых уровнях в настоящее время являются актуальными и приоритетными [1, 2].

Гигиеническое нормирование пестицидов в почве включает всестороннее изучение в лабораторном эксперименте закономерностей процессов миграции и детоксикации пестицидов в почве и установление их пороговых концентраций по всем основным показателям вредности (общесанитарный, миграционно-воздушный, миграционно-водный, транслокационный) в системах почва-микробиоценоз, почва — воздух, почва — вода, почва — растения, отражающих все пути опосредованного воздействия ксенобиотиков на контактирующие среды.

В первую очередь под влиянием химических веществ изменяются почвенный микробиоценоз и биологическая активность почвы, поэтому именно они считаются наиболее чувствительными показателями ее состояния к загрязнению ксенобиотиками.

Производное феноксиуксусных кислот согласно гигиенической классификации пестицидов по степени опасности (СанПиН 1.2.2584–10) относится к высокоопасным соединениям по канцерогенному действию (класс опасности 2С), по классификации МАИР — 2В.

Соединения класса феноксиуксусных кислот обладают высокой биологической активностью и поэтому в малых количествах действуют как стимуляторы роста, а в более высоких избирательно уничтожают большое число двудольных и широколистных растений.

Это системный гербицид, который эффективен для большинства сорных растений: преимущественно в посевах пшеницы, ржи, овса, ячменя и других зерновых культур. Также вещество в малых дозах может служить регулятором роста растений. Его используют в качестве действующего вещества для многих гербицидов, а также для производства смесовых препаратов [3].

В чистом виде соединение представляет собой белые кристаллы, не имеющие запаха либо с запахом хлоркрезола (в техническом продукте содержится 0,3 % хлоркрезола). В зависимости от способа получения в качестве примеси могут быть следы 2-метил-6-хлорфеноксиуксусной кислоты, 2-метил-4,6-дихлорфеноксиуксусной кислоты, 2-метилфеноксиуксусной кислоты. Действующее вещество плохо растворяется в воде, но хорошо в бензоле, спирте, эфире и других органических растворителях.

На скорость деградации производного феноксиуксусных кислот в почве определенное влияние оказывает ее механический состав. Распад химического вещества в песчаной почве ниже, чем в глинистой и торфяной, и зависит в известной степени от величины микробиологической активности почвы. Основными продуктами распада являются растворимый карбон диоксид и высокополярные деграданты.

Аэробные условия ингибируют деградацию пестицида. Действующее вещество адсорбируется почвой непрочно и легко мигрирует сквозь легкие почвы с низким содержанием органики, особенно в случае дождя или ирригационных мероприятий после применения пестицида.

При проведении комплексного эксперимента по нормированию пестицида на основе производного феноксиуксусных кислот и установлению его влияния на общесанитарный показатель вредности было проведено изучение влияния химического вещества на процессы нитрификации в песчаной почве.

Общесанитарный показатель вредности характеризует изменение биологической активности почвы, определяющей активность процессов ее самоочищения от ксенобиотиков.

Интенсивность нитрификации, выражающаяся в изменении количества нитритов азота, образующихся в результате процессов биогенной азотфиксации азота в форме аммиака и соединений аммония, является одним из показателей, с помощью которого можно оценить состояние биологической активности почвы под влиянием внесенного в нее токсиканта.

В результате процессов нитрификации в почве, а также процессов аммонификации происходит окончательная минерализация азотсодержащих органических соединений почвенными микроорганизмами до соответствующих неорганических нитратов.

Экспериментальные исследования по изучению влияния пестицида на основе производного феноксиуксусных кислот на процессы нитрификации в почве при гигиеническом нормировании нами были проведены впервые.

Опыты были выполнены с учетом физико-химических свойств изучаемого пестицида, а также с учетом соблюдения требований о проведении экспериментальных исследований в стандартных, сопоставимых почвенных и микроклиматических условиях с соблюдением принципа экстремальности.

В навески песчаной почвы вносили водные растворы действующего вещества пестицида производного феноксиуксусных кислот и препаративной формы на его основе в пересчете на действующее вещество в трехкратной повторности в концентрациях, соответственно: 0,52 и 1,04 мг/кг — максимально рекомендуемая норма расхода в сельском хозяйстве (2,5 л/га); 0,052 и 0,104 мг/кг — в 10 раз ниже максимальной нормы; 5,2 и 10,4 мг/кг — в 10 раз выше максимальной нормы, равномерно распределяя по всему объему. Одновременно, чтобы создать условия для нормального процесса нитрификации, в экспериментальную почву вносили набор солей и водный раствор перегнойной почвы (листовой перегной) для обогащения ее бактериями-нитрификаторами в количестве 1 % от веса почвы. Общее количество воды не превышало рассчитанного объема на навеску воздушно-сухой почвы, обеспечивающего ее влажность 60 % от полной влагоемкости. Затем тщательно перемешивали стерильными шпателями и помещали в контейнеры (сосуды), изготовленные из химически инертного материала.

Микроклиматические параметры окружающей среды были постоянными на протяжении всего эксперимента (температура 20–30 °С, влажность 65–70 %). Постоянную влажность почвы (60 %) поддерживали путем полива опытных и контрольных сосудов, предварительно взвешенных в начале опыта, стерильной водопроводной водой не менее двух раз в неделю с учетом веса сосудов с отобранными в процессе эксперимента пробами почвы для определения ряда показателей, характеризующих ее биологическую активность под влиянием пестицида.

Определения нитрифицирующей активности почвы проводили спектрофотометрическим методом с использованием реактива Грисса. Результаты пересчитывали с помощью калибровочного графика на мг  $NO_2^-$ /кг.

Исследования выполнены в соответствии с действующими методическими указаниями и гигиеническими рекомендациями [4, 5].

Обработку, анализ полученных данных выполняли математико-статистическими методами на базе современных информационных технологий с применением типового лицензионного и оригинального программного обеспечения с помощью персональной компьютерной техники типа IBM PC/AT. Различия показателей считались достоверными при  $p < 0,05$ .

В результате проведенных исследований было установлено, что в контрольных пробах содержание нитритов постепенно росло с первого до 20 дней эксперимента, а к 30-му дню постепенно снизилось. Количество нитритов в опытной почве, в которую было внесено действующее вещество пестицида производного феноксиуксусных кислот в концентрациях 0,052, 0,52 и 5,2 мг/кг, на третьи сутки эксперимента было достоверно ниже контрольного уровня и в конце опыта сравнялось с контролем. На 10-е и 60-е сутки опыта количество нитритов достоверно снизилось при воздействии концентрации вещества 5,2 мг/кг.

В почве с внесенными концентрациями 0,104, 1,04 и 10,4 мг/кг препаративной формы в пересчете на действующее вещество на 7-е и 10-е сутки количество нитритов достоверно снизилось.

Начиная с 7-х суток отмечено постепенное увеличение количества нитритов во всех испытанных образцах, включая контроль. На 14-е сутки эксперимента был отмечен пик повышения количества нитритов как в контроле, так и в опыте при воздействии всех испытанных концентраций действующего вещества и препаративной формы.

Начиная с 20-х суток количество нитритов в контрольной и опытной почве постепенно начало снижаться.

К 60-м суткам не было отмечено статистически достоверных изменений содержания нитритов во всех испытанных концентрациях по сравнению с контролем, за исключением концентрации 5,2 мг/кг действующего вещества ( $p < 0,05$ ), где было отмечено достоверное по сравнению с контролем увеличение количества нитритов.

Условиями, при которых процесс нитрификации протекает наиболее интенсивно, являются наличие в почве избытка азотистых соединений и возможность создания их запаса при достаточной аэрации почвы.

Как показали результаты наших исследований, действующее вещество и препаративная форма на его основе в концентрациях на уровне максимально рекомендуемой нормы расхода для применения в условиях сельского хозяйства оказывали ингибирующее действие на жизнеспособность бактерий-нитрификаторов в начальные сроки эксперимента (3-и, 7-е и 10-е сутки), что выражалось в снижении количества нитритов в опытных пробах.

В последующие сроки наблюдения за динамикой изменения количества нитритов в опытных образцах отмечено выравнивание процесса нитрификации по сравнению с контрольными значениями (14-е, 20-е, 30-е, 45-е и 60-е сутки), за исключением образцов почвы с концентрацией действующего вещества, в десять раз превышающей максимальную норму расхода пестицида в сельском хозяйстве РФ. Эта концентрация оказала стимулирующее действие на процессы нитрификации, в результате чего количество нитритов достоверно увеличилось по сравнению с контрольными пробами.

Для показателя интенсивности нитрификации зависимость от концентрации внесенного в почву химического вещества в начальные сроки наблюдения можно охарактеризовать как слабо отрицательную, то есть с повышением содержания ксенобиотика отмечалось снижение активности процесса нитрификации за счет снижения численности нитрифицирующих бактерий. Увеличение содержания пестицида в почве приводило к увеличению концентрации в ней азота, являющегося следствием увеличения численности свободно живущих азотфиксаторов. К концу эксперимента процессы нитрификации в почве постепенно нормализовались.

Однако необходимо отметить, что при внесении завышенных доз препаратов на основе производного феноксиуксусных кислот может наблюдаться стимулирование нитрифицирующего процесса. Это выражается в увеличении интенсивности процессов биогенной азотфиксации, которое в свою очередь вызывает рост численности бактерий-нитрификаторов.

Таким образом, можно сделать вывод, что пестицид на основе производного феноксиуксусных кислот при применении в условиях сельского хозяйства Российской Федерации с рекомендуемой максимальной нормой расхода не будет оказывать существенного отрицательного влияния на процессы нитрификации в почве.

## Литература

1. Попова, А. Ю. Актуальность гигиенического нормирования пестицидов в почве / А. Ю. Попова, В. Н. Ракитский, Т. А. Сеницкая, Г. М. Трухина, И. П. Громова // Гигиена и санитария. — 2018. — № 97(6). — С. 485–490.
2. Русаков, Н. В. Методологические проблемы неинфекционной эпидемиологии и гигиены при химическом загрязнении окружающей среды / Н. В. Русаков // Гигиена и санитария. — 2016. — № 95(9). — С. 797–800.
3. Справочник пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. — Вып. 22. — М. : ООО «Издательство Агрорус», 2018. — 853 с.
4. Гончарук, Е. И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве / Е. И. Гончарук, Г. И. Сидоренко. — М. : Медицина, 1986. — 320 с.
5. Методические рекомендации по установлению ПДК химических веществ в почве. — М., 1982. — № 2609–82.

Поступила 02.11.2020

## МЕТОДЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ РЕСПИРАБЕЛЬНЫХ ФРАКЦИЙ МЕЛКОДИСПЕРСНЫХ ЧАСТИЦ В ВОЗДУШНОЙ СРЕДЕ

Сухих Е. А., [suhihekaterina@mail.ru](mailto:suhihekaterina@mail.ru),  
Крылов А. А., [krylov@fcrisk.ru](mailto:krylov@fcrisk.ru),  
Смольникова А. И., [Smolnikova@fcrisk.ru](mailto:Smolnikova@fcrisk.ru),  
Антипьева М. В., к. б. н., [amv@fcrisk.ru](mailto:amv@fcrisk.ru),  
Уланова Т. С., д. б. н., [ulanova@fcrisk.ru](mailto:ulanova@fcrisk.ru)

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Пермь, Россия

Всемирной организацией здравоохранения мелкодисперсные взвешенные частицы, особенно мелкие частицы размером Менее 10 мкм (PM10), отнесены к приоритетным загрязняющим веществам, поступающим в атмосферный воздух, по уровню влияния на здоровье населения.

Цель работы — изучение международного опыта определения мелкодисперсных фракций взвешенных веществ в воздушных средах, оценка методов и обзор наиболее часто применяемых средств измерения.

Мелкодисперсные твердые частицы оказывают влияние на дыхательную систему, являются причиной воспалительных реакций в легких, способствуют росту и развитию онкозаболеваний и респираторных симптомов, обостряют хронические заболевания сердечно-сосудистой системы. Загрязнение воздушной среды мелкодисперсными частицами влияет на экологическую обстановку, оказывает пагубное воздействие на состояние атмосферы и почв, ухудшает качество сельскохозяйственной продукции и приводит к преждевременному износу зданий, сооружений и оборудования, основных фондов промышленности и объектов жилищно-коммунального хозяйства [1, 2].

Многочисленными исследованиями доказана прямая зависимость между загрязнением атмосферного воздуха и респираторными заболеваниями, а также смертностью.

В Российской Федерации до 2010 г. определялись только взвешенные вещества и общая пыль (TSP). С введением гигиенических нормативов ГН 2.1.6.2604–10 наряду со взвешенными веществами нормируется содержание PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub>. На сегодняшний момент действует ГН 2.1.6.3492–17, который устанавливает предельно допустимые концентрации в атмосферном воздухе городских и сельских поселений для частиц двух фракций: максимальная разовая концентрация 0,16 мг/м<sup>3</sup> для частиц 2,5 мкм (PM<sub>2,5</sub>) и 0,3 мг/м<sup>3</sup> для частиц размером 10 мкм (PM<sub>10</sub>); среднесуточная 0,035 мг/м<sup>3</sup> для PM<sub>2,5</sub> и 0,06 мг/м<sup>3</sup> для PM<sub>10</sub>; среднегодовая 0,025 мг/м<sup>3</sup> для PM<sub>2,5</sub> и 0,04 мг/м<sup>3</sup> для PM<sub>10</sub>.

Актуальность определения мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе растет по мере ухудшения экологической ситуации, связанного как с работой промышленных предприятий, так и с поступлением твердых частиц от автотранспорта, движения автомобилей по дорогам и других источников.

Традиционно для определения взвешенных веществ, а также PM<sub>2,5</sub> и PM<sub>10</sub> в атмосферном воздухе используются активные пробоотборники и технические средства, работа которых основана на различных методах: гравиметрическом, фотометрическом и нефелометрическом, лазерной дифракции [3].

Гравиметрический метод измерения — метод определения массовой концентрации взвешенных частиц, основанный на отборе проб воздуха с применением сертифицированного пробоотборного устройства на аналитические фильтры с последующим взвешиванием с целью определения навески и расчета значения концентрации.

Европейской комиссией по стандартизации (CEN) разработан референтный (эталонный) метод для отбора проб и измерения взвешенных частиц PM. Директива Европейского союза (CEN 12 341:2014) устанавливает, что эталонным методом является гравиметрический, остальные методы измерения концентрации взвешенных частиц рассматриваются как эквивалентные.

РД 52.04.830–2015 «Массовая концентрация взвешенных частиц PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub> в атмосферном воздухе. Методика измерений гравиметрическим методом» устанавливает методику измерения гравиметрическим методом массовой концентрации взвешенных частиц диаметром менее 10 мкм PM<sub>10</sub> и взвешенных частиц диаметром менее 2,5 мкм PM<sub>2,5</sub> в атмосферном воздухе. На основе гравиметрического метода разработан МУК 4.1.3242–14 «Измерение массовой концентрации мелкодисперсных частиц PM(2,5) и PM(10) в атмосферном воздухе с использованием метода лазерной дифракции».

Гравиметрия — наиболее точный из химических методов анализа, отличается надежностью полученных результатов. Благодаря этим достоинствам метод используют при проведении наиболее ответственных и требующих точности аналитических работ, например, при арбитражных анализах, которые проводят в случае возникновения разногласий между поставщиком и потребителем, для установления состава веществ и материалов и т. п.

К числу достоинств гравиметрии относятся: отсутствие каких-либо стандартизаций или градуировок по стандартным образцам, необходимых почти в любом другом методе анализа; возможность прямого определения массовой концентрации пыли и отсутствие влияния ее физико-химических свойств на результат измерения.

Однако гравиметрический метод имеет ряд недостатков:

- длительность проведения анализа. На анализ затрачивается обычно несколько часов, чаще всего результат может быть получен только на следующий день;
- трудоемкость, связанная с необходимостью выполнения многих операций;
- невысокая чувствительность, в связи с чем трудно определять малые количества аналита [4].

Гравиметрические методы можно подразделить на методы с использованием приборов, для которых требуется замена фильтров вручную, и приборов с автоматической заменой фильтра.

Традиционно большинство программ мониторинга атмосферы основывались на использовании активных пробоотборников воздуха для оценки уровней, пространственной и временной изменчивости атмосферных загрязнителей. Наиболее распространенным подходом является активная аспирация воздуха через фильтрующую среду с помощью насоса. Обоснование процесса заключается в накоплении достаточной массы частиц над фильтрующим материалом (коллектором частиц) для статистически надежного определения общей массы частиц, в то же время, имея возможность точно измерять количество воздуха, прокачиваемого через фильтр, общие концентрации частиц можно измерить и представить в виде массы частиц на кубический метр воздуха [5].

Для разделения частиц по размерам PM<sub>10</sub> и PM<sub>2,5</sub> используются импакторы. Импактор — селективное устройство для отделения анализируемой фракции взвешенных частиц PM.

Обычные каскадные импакторы работают при атмосферном давлении, и когда воздух проходит через последовательность этапов, частицы, размер которых превышает предельный размер, собираются, а частицы меньшего размера следуют за потоком газа, который собирается на следующих этапах. В обычных импакторах подложки располагаются с поверхностью сбора, параллельной потоку воздуха, на выходе из форсунки для ускорения частиц. Постоянная скорость потока приводит к увеличению скорости на каждой стадии, что приводит к осаждению частиц с фракцией по размеру. Этот метод сбора фракционированных по размеру образцов может пострадать от отскока частиц и повторного захвата, которые часто приводят к существенным ошибкам в измеренных массовых концентрациях. Обычные пробоотборники также требуют регулярной очистки, чтобы предотвратить накопление частиц, которые могут повлиять на характеристики отсеки. На точку отсеки также могут влиять скорость потока, диаметр форсунки ускорения и плотность частиц, их состав и форма. Наиболее распространенными каскадными пробоотборниками являются каскадный импактор Андерсена и импактор низкого давления [5].

Гравиметрический метод измерений используется для корректировки показаний автоматических анализаторов взвешенных частиц PM10 и PM2,5.

Эталонным устройством, соответствующим требованиям европейских директив CEN 12 341:2014, является компактный прибор для отбора проб мелкодисперсных частиц пыли из окружающего воздуха LVS3.1.

Воздушный поток при отборе фракций PM10 или PM2,5 составляет 2,3 м<sup>3</sup>/ч. Прибор оснащен вакуумным насосом с пропускной способностью 4,0 м<sup>3</sup>/ч. Максимальное разрежение у фильтра составляет 300 мбар.

Гравиметрический метод пьезобалансного взвешивания осажденной пробы пыли был впервые успешно промышленно реализован фирмой KANOMAX в анализаторе респираторных аэрозолей модели 3521, 3522. Принцип действия анализаторов — пьезобалансный. Заряженные в поле коронного разряда аэрозольные частицы осаждаются на поверхность пьезоэлемента (кварц), который включен в цепь генератора высокочастотных электрических колебаний. При осаждении происходит изменение частоты колебаний пьезоэлемента, которое функционально связано с массой частиц. Значение массовой концентрации аэрозольных частиц определяется как отношение массы частиц к объему отобранной пробы.

Метод лазерной дифракции позволяет определять размеры частиц. Он основан на измерении интенсивности рассеяния частицами лазерного излучения и определении ее зависимости от угла рассеяния, длины волны и поляризации света.

Фотометрический и нефелометрический методы основаны на поглощении световой энергии атомами и молекулами анализируемых веществ и входят в группу абсорбционных оптических методов, получивших очень широкое распространение как на промышленных предприятиях, так и в научно-исследовательских лабораториях.

Фотометрический метод измерения — оптический метод анализа, основанный на поглощении электромагнитного излучения анализируемым веществом.

Несмотря на интенсивное развитие других аналитических методов, по-прежнему эффективно и широко используют фотометрические методы. Это обусловлено наличием различных фотометрических методик анализа и возможностью использовать недорогую и общедоступную аппаратуру.

Главным недостатком фотометрического абсорбционного метода является его низкая чувствительность при измерении малых концентраций аэрозольных частиц (Менее 30 мг/м<sup>3</sup>), а также невозможность контроля высоких концентраций (более 10–12 г/м<sup>3</sup>) вследствие практически полного поглощения светового излучения [3].

Фотометрический метод реализован в изготавливаемых фирмой SICK (Германия) в моделях OMD41, FM56.

Модификация FW 56-P предназначена для измерения концентрации пыли в промышленных выбросах и представляет собой инфракрасный оптический трансмиссометр. Эта модификация не содержит движущихся частей и поэтому имеет высокую прочность и надежность. Диапазоны измерений — минимальный (0–20) мг/м<sup>3</sup> максимальный (0–100) г/м<sup>3</sup>.

Анализаторы пыли модели OMD 41 предназначены для контроля промышленных выбросов асфальтовых, цементных, стекольных и металлургических заводов, а также контроля запыленности на выходе пылеочистительных устройств и регулировки электрофильтров. Диапазоны измерений от 0 до 50 000 мг/м<sup>3</sup>.

В случае измерения малых концентраций аэрозольных частиц гораздо более эффективным оказывается нефелометрический метод.

В основе нефелометрического метода лежит поглощение и рассеяние избыточной световой энергии атомов и молекул в виде вторичного излучения. Происходит регистрация прямого, бокового и обратного рассеянного светового потока, вызываемого аэрозольными частицами, находящимися в зоне действия основного светового потока.

Недостатком метода является влияние на результат измерения физико-химических свойств аэрозолей, что требует калибровки прибора на конкретный тип аэрозолей или ввода опытных поправочных коэффициентов. Это снижает удобство работы и увеличивает погрешность измерений. Тем не менее приборы этого типа заняли ведущее положение на мировом рынке — именно их используют, осуществляя контроль пылевых выбросов промышленных предприятий [3].

Нефелометрический метод используется в таких приборах как «АЭРОКОН» — «АЭРОКОН-С», -П, -М (производство НПО «ЭКО-ИНТЕХ»), FW100 / FW200 (фирма SICK), модели TM-data, TM-digital, TM-F, TM-M (фирма HUND).

Измерители массовой концентрации аэрозольных частиц «АЭРОКОН» предназначены для измерения массовой концентрации аэрозольных частиц в воздухе рабочей зоны, технологического контроля систем кондиционирования, вентиляционных систем и чистоты воздуха объектов различного назначения.

Принцип действия измерителей «АЭРОКОН» — оптический и основан на регистрации рассеянного излучения. В качестве источника излучения используется твердотельный полупроводниковый лазер с длиной волны 670 нм.

Анализаторы пыли FW100 предназначены для автоматического измерения массовой концентрации пыли в газоходах и дымовых трубах. Принцип действия оптический и основан на регистрации рассеянного излучения.

Анализаторы аэрозоля ТМ предназначены для измерения массовой концентрации пыли различного происхождения и химического состава при контроле превышения предельно допустимых концентраций в воздухе рабочей зоны, технологического контроля систем кондиционирования, вентиляционных систем и чистоты воздуха объектов различного назначения. Принцип действия оптический и основан на регистрации рассеянного инфракрасного излучения.

Разработан ряд инструментов для обеспечения практически непрерывного мониторинга в реальном времени TSP, PM10, PM2,5 и PM1 [5].

Одним из примеров служит прибор Dust Trak. Принцип действия анализатора Dust Trak — лазерная нефелометрия, основанная на регистрации рассеянного оптического излучения. Это одноканальный фотометрический прибор для определения массовой концентрации пыли в диапазоне до 150 мг/м<sup>3</sup> в режиме реального времени.

Во ФБУН «ФНЦ Медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» для определения мелкодисперсных частиц в атмосферном воздухе и оценки качества воздушной среды используют метод прямого определения с помощью прибора Dust Trak, который позволяет в режиме реального времени определять следующие фракции мелкодисперсных частиц в мг/м<sup>3</sup>: TSP (общая пыль), PM10, PM4 (вдыхаемая фракция), PM2,5, PM1.

## Литература

1. Рыбак, В.А. Влияние факторов окружающей среды на здоровье детского населения урбанизированных территорий / В.А. Рыбак // Экология урбанизированных территорий. — 2008. — № 1. — С. 25–29.
2. Исследование содержания аэрозольных наночастиц в воздухе рабочей зоны нанотехнологического производства и оценка воздействия наноматериала на бактерии на примере углеродного наноматериала «Таунит» / А.А. Гусев [и др.] // Вестник ТГУ. — 2013. — Т. 18, вып. 1. — С. 299–303.
3. Каталог фирмы «Эко-Интех» [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://www.eco-intech.com>. — Дата доступа: 11.09.2020.
4. Гравиметрический (весовой) анализ: Методические указания к изучению курса количественного химического анализа / Сост. К.И. Яковлев, Г.М. Алексеева. — СПб.: Изд-во СПбХФА, 2005. — 50 с.
5. Elmes, M. Sampling and single particle analysis for the chemical characterization of fine atmospheric particulates: A review / M. Elmes, M. Gasparon // Journal of Environmental Management. — 2017. — Vol. 202. — С. 137–150.

Поступила 09.11.2020

# СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ЛИМОННОЙ КИСЛОТЫ В ПРЕСЕРВАХ ИЗ РЫБЫ И МОРЕПРОДУКТОВ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ

<sup>1</sup> Федорова Т. А., *tanyachemist77@gmail.com*,

<sup>1</sup> Полянских Е. И., к. х. н., *alena.ip@mail.ru*,

<sup>1</sup> Бельшева Л. Л., *llbelysheva@gmail.com*,

<sup>2</sup> Башун Т. В., к. х. н., доцент, *dhme@tut.by*

<sup>1</sup> Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

<sup>2</sup> Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования», г. Минск, Республика Беларусь

Определенную нишу в рыбной отрасли занимает производство рыбных пресервов, в технологии которого используются различные пищевые добавки: созреватели, консерванты, антиокислители, регуляторы кислотности, вкусоароматические вещества и др.

В качестве антиокислителя и регулятора кислотности при производстве рыбной продукции наиболее часто применяется лимонная кислота (далее — ЛК). Содержание ЛК в рыбной продукции регламентируется требованиями Технического регламента Таможенного союза ТР ТС 029/2012 «Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств» [1] и технической документацией производителя.

В Республике Беларусь для обнаружения, идентификации и количественного определения ЛК в пищевой продукции используют высокоэффективную жидкостную хроматографию (далее — ВЭЖХ) с детектированием в ультрафиолетовой области спектра при длине волны 220 нм [2–3].

Пробоподготовка, указанная в методиках [2–3], не является приемлемой для определения ЛК в пресервах из рыбы и морепродуктов из-за сложного состава пищевой матрицы. Описанные в методике условия пробоподготовки и хроматографирования не позволяют отделять пик ЛК от пиков сопутствующих соединений.

Целью данной работы явилось установление условий пробоподготовки и хроматографирования для определения ЛК в пресервах из рыбы и морепродуктов методом ВЭЖХ.

ЛК представляет собой трехосновную карбоновую кислоту (рисунок 1), и ее удерживание и, соответственно, разделение на хроматографической колонке будет зависеть от pH подвижной фазы.

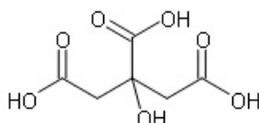


Рисунок 1. — Структурная формула ЛК

При pH=2 ЛК находится в молекулярной форме, и для лучшего ее удерживания и отделения от сопутствующих веществ необходимо использовать обращенно-фазную колонку типа C<sub>18</sub>. При pH=6 ЛК существует в виде двухзарядного аниона, поэтому для ее удерживания необходимо использовать анионно-обменную колонку.

При разработке условий хроматографического разделения использовали различные обращенно-фазные колонки типа C<sub>18</sub>, варьировали состав и скорость подвижной фазы, температуру термостата колонки.

В результате проведенных исследований были установлены следующие условия хроматографирования:

- колонка хроматографическая Zorbax Eclipse Sb-Aq длиной 250 мм с внутренним диаметром 4,6 мм, зернением 5 мкм;
- подвижная фаза для ВЭЖХ: смесь фосфатного буфера (pH=2,0–2,1) и ацетонитрила (99,5:0,5 об. %);
- скорость потока подвижной фазы 0,5 см<sup>3</sup>/мин;
- температура колонки 30 °С;
- рабочая длина волны 220 нм;
- объем вводимой пробы 20 мкл.

Основной стадией пробоподготовки пищевых матриц сложного состава является экстракция.

ЛК хорошо растворима в воде и в этиловом спирте и малорастворима в органических растворителях (гексан, диэтиловый эфир), поэтому следует предположить, что лучшими экстрагентами ЛК из пищевой матрицы будут водные или водно-спиртовые растворы. При изучении экстракции ЛК из рыбных пресервов основной проблемой стало осаждение белков и удаление жира из пробы таким образом, чтобы ЛК перешла в растворимую фазу.

Вследствие вышеизложенного для извлечения ЛК из рыбных пресервов и пресервов из морепродуктов исследовали следующие экстрагенты:

- водно-спиртовой раствор ( $H_2O$ :  $C_2H_5OH$ ) (50:50, об.%) (экстрагент 1);
- водный раствор трихлоруксусной кислоты (2% ТХУ) (экстрагент 2);
- водные растворы Карреза I и II (экстрагент 3).

Для обезжиривания пробы во всех случаях использовался гексан.

Эффективность проводимой экстракции оценивали по отделению пика ЛК от сопутствующих веществ на хроматограмме и по величине степени извлечения внесенного количества ЛК в пробу.

На рисунках 2–4 представлены хроматограммы, полученные при анализе рыбной пресервы с внесением ЛК в количестве 1000 мг/кг при использовании экстрагентов 1–3.

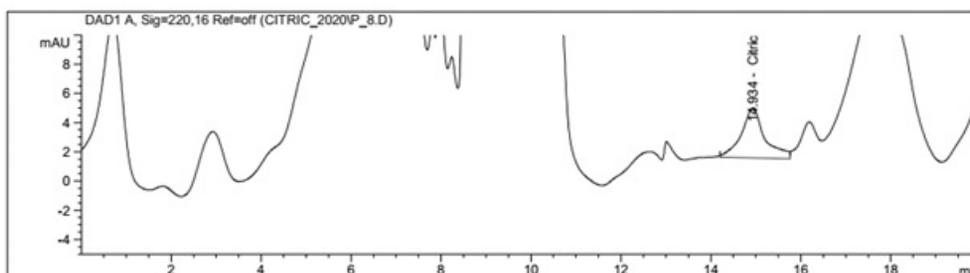


Рисунок 2. — Хроматограмма пробы рыбной пресервы с внесением ЛК в количестве 1000 мг/кг с использованием экстрагента 1

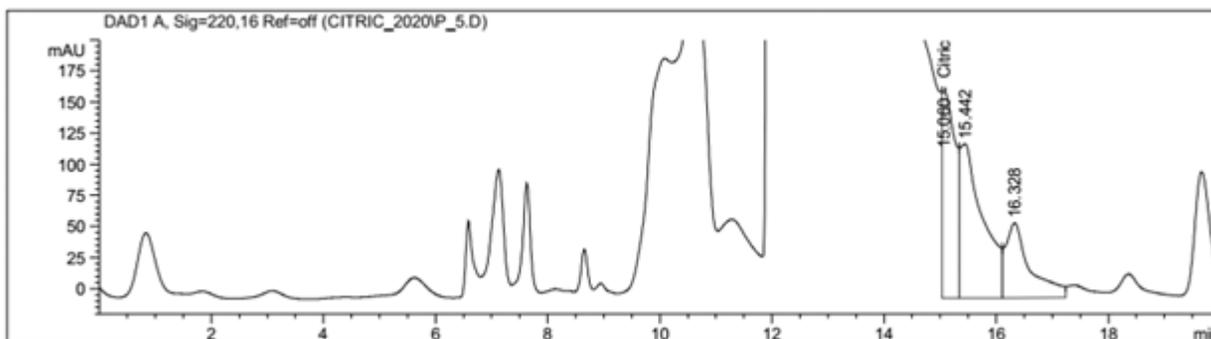


Рисунок 3. — Хроматограмма пробы рыбной пресервы с внесением ЛК в количестве 1000 мг/кг с использованием экстрагента 2

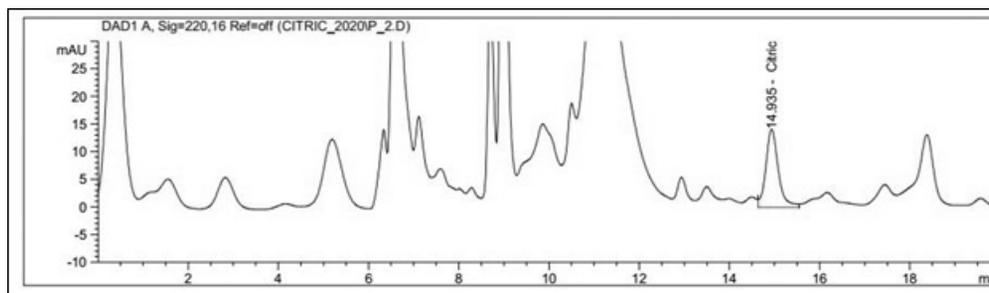


Рисунок 4. — Хроматограмма пробы рыбной пресервы с внесением ЛК в количестве 1000 мг/кг с использованием экстрагента 3

Из рисунков 2–4 видно, что при данных условиях хроматографирования удовлетворительное отделение ЛК от сопутствующих соединений достигается при использовании экстрагентов 1 и 3. При использовании экстрагента 2 (2 % ТХУ) наблюдается неудовлетворительное разделение хроматографических пиков, что не позволяет корректно проводить количественное определение ЛК в исследуемых образцах и рассчитать степень извлечения.

В таблице 1 представлены результаты исследований, полученные при изучении степени извлечения ЛК из рыбной пресервы (сельдь в масле) и пресервы из морепродуктов (мидии в масляной заливке) различными экстрагирующими растворами.

Таблица 1. — Степень извлечения ЛК из рыбной пресервы и пресервы из морепродуктов различными экстрагирующими растворами

№ п/п	Наименование экстрагирующего раствора	Степень извлечения, %	
		сельдь в масле	мидии в масляной заливке
1	H <sub>2</sub> O:C <sub>2</sub> H <sub>5</sub> OH (50:50, об.%)	52,3	50,8
2	ТХУ 2 %	Невозможно установить	Невозможно установить
3	Водные растворы Карреза I и II	95,6	96,7

Из результатов исследований, представленных в таблице 1, видно, что наибольшая степень извлечения ЛК была достигнута при использовании водных растворов Карреза I и II. Степень извлечения составила более 95 %.

В результате проведенных исследований установлены следующие условия подготовки проб для определения ЛК в пресервах из рыбы и морепродуктов методом ВЭЖХ.

2,0–5,0 г измельченного продукта помещают в центрифужную полипропиленовую пробирку вместимостью 50 см<sup>3</sup>, добавляют 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и 10 см<sup>3</sup> гексана, интенсивно встряхивают и помещают на встряхиватель типа вортекс на 10 мин. Далее пробу центрифугируют при 10 000 об/мин в течение 10 мин. После центрифугирования гексановую фракцию отбрасывают. К оставшемуся водному слою добавляют по 1 см<sup>3</sup> растворов Карреза I и II, интенсивно встряхивают и снова центрифугируют при 10 000 об/мин в течение 10 мин. Далее пипеткой переменного объема отбирают максимальное количество верхнего слоя, к оставшемуся осадку добавляют 20 см<sup>3</sup> дистиллированной воды и процедуру экстракции повторяют. Объем объединенного экстракта измеряют с помощью мерного цилиндра.

Компоненты полученного водного экстракта разделяют и регистрируют методом ВЭЖХ с использованием обращенно-фазной колонки Zorbax Sb-Aq (C<sub>18</sub>) размером 4,6 мм × 250 мм и диодно-матричного детектора при длине волны 220 нм. В качестве подвижной фазы используется смесь фосфатного буфера с pH 2,0–2,1 и ацетонитрила в соотношении 99,5:0,5 об.%. Скорость элюирования составляет 0,5 см<sup>3</sup>/мин. Идентификация проводится по времени удерживания при длине волны 220 нм. Количественное определение ЛК осуществляют методом абсолютной калибровки по площадям хроматографических пиков. Линейный диапазон детектирования — 12,5–250,0 мг/дм<sup>3</sup>. Диапазон определяемых концентраций — от 125 до 2500 мг/кг. Степень извлечения составляет более 95 %.

Таким образом, разработан способ определения ЛК в пресервах из рыбы и морепродуктов на основе метода ВЭЖХ.

## Литература

1. ТР ТС 029/2012. Требования безопасности пищевых добавок, ароматизаторов и технологических вспомогательных средств: технический регламент Таможенного союза / Евраз. эконом. комис. — Минск: Госстандарт: БелГИСС, 2014. — 272 с.
2. ГОСТ 33410–2015. Продукция безалкогольная, слабоалкогольная, винодельческая и соковая. Определение содержания органических кислот методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. — Введ. 2016–08–01. — Минск: БелГИСС, 2016. — 24 с.
3. ГОСТ 33808–2016. Мясо и мясные продукты. Определение лимонной кислоты методом высокоэффективной жидкостной хроматографии. — Введ. 2018–04–01. — Минск: БелГИСС, 2018. — 14 с.

Поступила 09.11.2020

# МОНІТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ. ТЕЗИСЫ

## MODERN METHODOLOGICAL APPROACHES TO ASSESSMENT OF THE IODEGRADABILITY OF POLYMER PACKAGING AND THEIR WASTES

*Prodanchuk M. G., Doctor of Medical Science, Professor, pmg.medved@gmail.com,  
Snoz S. V., PhD, sns.v.medved@gmail.com,  
Smerdova L. M., PhD, lara23.medved@gmail.com,  
Bobyliova O. O., PhD, boo.medved@gmail.com*

State enterprise «L.I. Medved's Research Centre of Preventive Toxicology, Food and Chemical Safety, Ministry of Health of Ukraine», Kyiv, Ukraine

The problem of environmental safety in connection with the generation of large quantities of waste has become especially acute. A particular aspect of this problem is the accumulation of polymeric material wastes, including packaging and their waste. Prevention of packaging and their waste formation is a major goal of national and international regulation in the field of packaging management with a view to ensuring a high level of protection of the environment and human health.

The manufacture of packaging must be carried out in such a way that the level of toxic and other harmful substances and materials of the packaging is minimized. Organic recovery of packaging should be characterized by its ability to decompose by microorganisms, which should not interfere with its separate collection. The use of biodegradable materials for packaging is a new step in the field of packaging and their waste management, which will prevent waste formation.

DSTU EN 13 432:2015 «Packaging. Requirements for packaging recoverable through composting and biodegradation. Test scheme and evaluation criteria for the final acceptance of packaging» and DSTU EN 14 995:2018 «Plastics. Evaluation of compostability. Test scheme and specifications», which sets out the basic requirements and procedures for determining the biodegradability of packaging and packaging materials, which will allow the assessment and certification of packaging according to biodegradation criteria both for the internal market and for export.

In November 2019, the Verkhovna Rada of Ukraine adopted in first reading the bill «On Restrictions on the Circulation of Plastic Bags in Ukraine», which from 2022 proposes to ban the distribution of ultra-light, light and oxo-biodegradable plastic bags in retail and restaurant facilities. At the same time, this prohibition does not apply to biodegradable plastic bags that decompose by microorganisms into substances of natural origin and meet the criteria established by the national standard DSTU EN 13 432:2015.

Given the importance of the problem of determining the ability of packaging to biodegrade, the introduction of methods and test schemes to assess the ability to biochemical degradation is urgently needed. The aim of the work was to systematize the methods used in the process of evaluation and certification of polymeric packaging according to the criteria of biodegradation.

To establish the compliance of packaging with the requirements of organic reduction (biochemical decomposition), it is necessary to conduct detailed studies of four main processes:

- biodegradation;
- decomposition and disintegration during biological treatment;
- impact on the process of biological treatment;
- impact on the quality of the obtained compost.

The actual biodegradation test and subsequent evaluation of the resulting compost should be preceded by assessment of the formulation of packaging material, determination of weight reduction during incineration at 550 °C, heavy metals and other hazardous elements such as zinc, copper, nickel, cadmium, lead, mercury, chromium, molybdenum, selenium, arsenic and fluorine. The presence of these elements in the packaging in quantities exceeding the maximum content which set in DSTU EN 13 432:2015, does not allow to classify the packaging as one that can be biodegradable at this preliminary stage of research.

Biodegradation tests include both aerobic biodegradation and anaerobic degradation studies. The percentage of aerobic biodegradation for packaging, including polymeric materials, should be at least 90,

the percentage of anaerobic-biodegradation based on the release of biogas should be 50 or more than the theoretical value for the material.

Indicators of aerobic biodegradation are determined by quantities of oxygen uptake or carbon dioxide release according to ISO 14 851:1999, ISO 14 852:1999 and ISO 14 855:2007. Anaerobic biodegradation rates are determined by the formation of methane and carbon dioxide in accordance with ISO 14 853:2005 and ISO 15 985:2004.

Aerobic composting is carried out in a pilot-scale test or in a laboratory-scale test. A pilot-scale test is a priority. Relevant research methods are described in ISO 16 929:2002 and ISO 20 200:2004.

after composting, it is necessary to measure:

- particle size of the test material;
- volatile substances;
- pH;
- ammonium nitrogen;
- nitrite and nitrate nitrogen;
- total nitrogen.

The impact of the investigated polymeric materials on the quality of the obtained compost is also evaluated by ecotoxicity indicators for at least two plant species from the list given in OECD 208. The germination rate and plant biomass should be at least 90 % of the indicators for the control compost sample.

Since its foundation in 1964 as the All-Union Research Institute of Hygiene and Toxicology of Pesticides, Polymers and Plastics, our Research Centre has paid special attention to the problem of polymeric materials intended for use in various industries and agriculture.

The Research Centre has begun preparations for the introduction of the necessary methods and test schemes to assess the ability of polymers to biochemical degradation. The availability of qualified personnel, the necessary material base and experience of accreditation in accordance with the requirements of DSTU ISO/IEC 17 025:2017 and GLP, will allow to conduct these studies at a high scientific level.

The introduction of methods and test schemes for assessing the biochemical degradation capacity of packaging will accelerate the introduction of biodegradable materials in the consumer market of Ukraine, reduce the total amount of packaging and packaging their waste, and help meet the goals set by the 2030 National Waste Management Plan.

Поступила 04.11.2020

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЛАКТОЗЫ В БЕЗЛАКТОЗНОЙ МОЛОЧНОЙ ПРОДУКЦИИ ФЕРМЕНТАТИВНЫМ МЕТОДОМ**

*Авсянкина И. О., terpsyhora1805@mail.ru,  
Карнакова М. Ю., karnakova-marusya@yandex.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Содержание лактозы в безлактозных молочных продуктах регламентировано требованиями ТНПА на безлактозную молочную продукцию и должно быть не более 0,01 %.

Методика определения содержания лактозы в молочной продукции описано в ГОСТ 31086–2002 «Молоко и молочные продукты. Метод определения лактозы и галактозы».

Однако применение данной методики затруднено по отношению к безлактозной молочной продукции по ряду причин: отсутствует значение нижнего предела обнаружения лактозы, что важно для количественной оценки этого показателя, пробоподготовка не распространяется на безлактозное молоко и молочную продукцию, для подготовки проб используются реактивы, не позволяющие полностью осаждать белки и жиры, что мешает проведению ферментативной реакции.

Целями работы явились разработка условий пробоподготовки для определения лактозы в безлактозных молочных продуктах ферментативным методом и установление нижнего предела обнаружения лактозы в безлактозной молочной продукции, удовлетворяющего требованиям ТНПА на безлактозную молочную продукцию.

Объектом исследования являлись безлактозные молочные продукты.

Ферментативные методы анализа позволяют проводить количественное измерение содержания лактозы в безлактозной молочной продукции с достаточной чувствительностью. Так, в наборе фирмы Megazyme «Lactose and D-Galactose (rapid)» установлен нижний предел обнаружения лактозы на уровне 0,000296 %, что удовлетворяет требованиям ТНПА. При проведении испытаний безлактозного молока с помощью этого набора отмечено, что фильтраты, полученные во время пробоподготовки, прозрачные и не имеют опалесценции, как при использовании метода, выполненного по ГОСТ 31086–2002 «Молоко и молочные продукты. Метод определения лактозы и галактозы». Применение данного набора для ферментативного определения лактозы легло в основу разработки метода определения лактозы в безлактозной молочной продукции.

Пробу продукта массой 1000 см<sup>3</sup> (молоко, йогурт, сметана и др.) переносят в мерную колбу вместимостью 100 см<sup>3</sup>, добавляют 4 см<sup>3</sup> горячей воды, нагретой до 50 °С. Перемешивают и добавляют 2,5 см<sup>3</sup> 0,2 М уксусной кислоты, выдерживают 10 мин. и добавляют 2,5 см<sup>3</sup> ацетата натрия. Перемешивают и оставляют для осаждения белков и жиров еще на 10 мин. Доводят водой до метки и оставляют еще на 10 мин. После этого пробы фильтруют через бумажный фильтр «синяя лента». Для количественного определения лактозы используют прозрачный фильтрат в количестве 0,2 см<sup>3</sup>.

Предложенный метод для определения лактозы в безлактозной продукции ферментативным методом позволяет оптимизировать определение лактозы в части пробоподготовки с использованием растворов ацетата натрия и уксусной кислоты в качестве осадителей; с высокой чувствительностью контролировать содержание лактозы в безлактозной молочной продукции в соответствии с требованиями ТНПА.

Поступила 04.11.2020

## **СПОСОБЫ ИЗВЛЕЧЕНИЯ ЖИРА ИЗ ПИЩЕВЫХ ПРОДУКТОВ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ В НИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОКИСЛИТЕЛЬНОЙ ПОРЧИ**

*Бордак Л.В., chf@rspch.by,  
Бельшева Л.Л., llbelysheva@gmail.com,  
Еркович Т.В., erkovich66@mail.ru,  
Тарасевич О.В., chf@rspch.by*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Качество и безопасность пищевых продуктов, в состав которых входят растительные и животные масла и жиры, с течением времени могут ухудшаться, поскольку масла и жиры склонны к глубоким процессам окислительной порчи. Одними из самых регламентированных и контролируемых показателей окислительной порчи растительных и животных масел и жиров являются такие показатели как кислотное число и перекисное число. По данным показателям контролируются как исходное сырье, так и пищевые продукты, изготовленные с их применением, в течение определенного срока годности.

Подготовка образцов различных пищевых продуктов к определению в них кислотного числа и перекисного числа имеет свои особенности. Так, для жидких растительных масел пробоподготовка заключается в механическом перемешивании продукта при температуре окружающей среды. Пробоподготовка твердых растительных и животных жиров и масел (например, пальмового и кокосового масел) заключается в гомогенизировании проб путем легкого нагревания. Для пищевых продуктов со сложной матрицей, в состав которых входят растительные масла и животные жиры, пробоподготовка состоит в извлечении жира из продукта. Для многих продуктов способы извлечения жира известны. Например, для молока и молочных продуктов, майонеза, мяса механической обвалки и некоторых других. Однако имеется ряд пищевых продуктов, для которых метод извлечения жира не установлен. К таким продуктам относятся картофельные чипсы и БАД в капсулах.

Цель работы — разработать способы извлечения жира из картофельных чипсов и БАД в капсулах для последующего определения в них показателей окислительной порчи (кислотного числа и перекисного числа).

В качестве объектов исследований были выбраны картофельные чипсы отечественного и иностранного производства, а также БАД в капсулах, содержащие рыбий жир и другие масла, растительные и животные.

При разработке способа извлечения жира из чипсов в основу легли методы фотоколориметрического анализа молочного жира в молоке и молочной продукции. Исследования направлены на установление оптимальной массы навески пробы, растворителей-экстрагентов, их количества и соотношений, разработку механизма выделения жира в количествах, достаточных для дальнейшего определения показателей окислительной порчи. В результате проведенных исследований предложен следующий способ извлечения жира из чипсов. К навеске чипсов массой 25–30 г добавляют 15–20 г натрия серноокислого безводного и 120 см<sup>3</sup> смеси растворителей хлороформа и спирта в соотношении 2:1, оставляют на 20 мин. и далее фильтруют. Фильтрат выпаривают на кипящей водяной бане до полного испарения растворителей. В выделенном жире проводят определение показателей окислительной порчи.

Способ извлечения жира из БАД в капсулах, содержащих жир, заключается в следующем: 15–30 капсул помещают в металлическую бюксу и нагревают в сушильном шкафу при температуре 60 °С в течение 30 мин. Затем бюксу извлекают из шкафа и аккуратно надавливают шпателем на размягченные капсулы. Желатиновая оболочка остается внизу, а маслянистое содержимое капсул — вверх. Экспериментальные исследования не выявили влияния применяемого температурного режима на результаты показателей окислительной порчи в жире, выделенном из БАД разработанным способом. Значения перекисного и кислотного чисел в жире, извлеченном из БАД предложенным способом, и в жире, извлеченном из БАД механическим способом, не отличались в пределах допустимых расхождений.

В результате проведенных исследований разработаны способы извлечения жира из чипсов и из БАД в капсулах, содержащих растительные и животные жиры и масла, которые позволяют получить жир в количествах, необходимых для последующего определения в них показателей окислительной порчи (кислотного числа и перекисного числа). Способы отличаются экспрессностью и простотой исполнения.

Поступила 06.11.2020

## **СПОСОБ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОВАРЕННОЙ СОЛИ (ХЛОРИДА НАТРИЯ) В СУХИХ И ЖИДКИХ МОЛОКЕ И СЫВОРОТКЕ**

*Бордак Л. В., [chf@rspch.by](mailto:chf@rspch.by),  
Бельшева Л. Л., [lbelysheva@gmail.com](mailto:lbelysheva@gmail.com),  
Еркович Т. В., [erkovich66@mail.ru](mailto:erkovich66@mail.ru)*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Снижение потребления соли является мировой тенденцией. Содержанию поваренной соли (хлорида натрия) в молочной продукции уделяется особое внимание. Многие производители меняют рецептуру своей продукции для сокращения содержания соли, поэтому важно иметь надежные методы анализа, позволяющие контролировать содержание соли как в готовой продукции, так и в сырье для ее производства. Для определения поваренной соли (хлорида натрия) в молочной продукции применяются методики, описанные в ГОСТ 3627–81 «Молочные продукты. Методы определения хлористого натрия», ГОСТ ИСО 1738–812017 «Масло сливочное. Определение содержания соли», МВИ.МН 3491–2010 «Методика определения содержания хлоридов в специализированных продуктах для детского питания».

Метод определения хлорида натрия, описанный в ГОСТ 3627–81, распространяется на сыры, соленые творожные изделия и масло сливочное. Он основан на извлечении из продукта поваренной соли, переводе ее в раствор и определение в растворе содержания соли путем титрования с азотно-кислым серебром в присутствии индикатора хромовокислого калия.

Метод определения хлорида натрия в масле сливочном, описанный в ГОСТ ИСО 1738–812017, также предполагает извлечение из масла поваренной соли, переводе ее в раствор и определении ее

содержания путем титрования с азотнокислым серебром в присутствии индикатора хромовокислого калия.

Определение хлоридов в специализированных молочных продуктах для детского питания проводят в соответствии с МВИ.МН 3491–2010. Метод основан на титровании хлоридов в водной вытяжке образца раствором азотнокислой ртути (II) в присутствии смешанного индикатора и дает возможность определять содержание хлоридов в сухих и жидких молочных смесях и кисломолочных продуктах и не распространяется на жидкие и сухие молоко и сыворотку.

Однако в последнее время производитель молочной продукции все чаще интересуется содержанием поваренной соли (хлорида натрия) в молоке и сыворотке, как сухих, так и жидких.

Цель работы — разработать способ количественного определения поваренной соли (хлорида натрия) в сухих и жидких молоке и сыворотке.

В качестве объектов исследования использовались молоко сырое, питьевое и сухое, сыворотка жидкая и сухая.

При разработке методики количественного определения поваренной соли (хлорида натрия) в молоке и сыворотке сухих и жидких за основу были взяты ГОСТ 3627–81 и МВИ.МН 3491–2010. Исследования были направлены на подготовку пробы, установление оптимальной массы навески проб жидких и проб сухих, объемов реактивов, используемых в ходе проведения испытаний, а также титрующего раствора и индикатора. Проведена корректировка формулы расчета.

В результате проведенных исследований разработан способ определения поваренной соли (хлорида натрия) в сухих и жидких молоке и сыворотке. Анализируемый образец массой 10–15 г для сухих продуктов и 30–35 г — для жидких помещают в мерную колбу на 250 см<sup>3</sup> и добавляют 100 см<sup>3</sup> дистиллированной воды. Колбу помещают в водяную баню, нагретую до 60–65 °С, на 30 мин. Затем охлаждают до температуры (20 ± 5) °С и последовательно добавляют по 7 см<sup>3</sup> растворов Карреза I и II. Через 10 мин доводят объем полученного раствора до метки дистиллированной водой и фильтруют. Отбирают 20 см<sup>3</sup> фильтрата и помещают в коническую колбу на 100 см<sup>3</sup>, добавляют несколько капель индикатора калия хромовокислого и титруют раствором азотнокислого серебра до появления оранжево-красного осадка. Содержание поваренной соли (хлорида натрия), мг/100 г, вычисляют по формуле

$$X = \frac{V \times M \times C}{m} \times \frac{V_1}{V_2} \times 100 \quad (1)$$

где V — объем раствора азотнокислого серебра, израсходованный на титрование, см<sup>3</sup>;

C — молярная концентрация рабочего раствора азотнокислого серебра, моль/дм<sup>3</sup>;

M — относительная молярная масса хлористого натрия, равная 58,5 г/моль;

V<sub>1</sub> — объем, до которого доведена водная вытяжка навески продукта, см<sup>3</sup>;

V<sub>2</sub> — объем фильтрата, взятый для титрования, см<sup>3</sup>;

m — масса навески образца, г;

100 — коэффициент пересчета на 100 г продукта.

Достоверность результатов по содержанию поваренной соли в исследуемых образцах, полученных в соответствии с разработанным способом, проверялась методом внесения известного количества соли в исследуемый образец. Полученные результаты имели хорошее согласование с расчетными данными в пределах погрешности методов, взятых за основу при разработке предлагаемого способа определения.

В результате проведенных исследований впервые разработан способ определения поваренной соли (хлорида натрия) в сухих и жидких молоке и сыворотке.

Поступила 06.11.2020

## К ВОПРОСУ ОЦЕНКИ ЭПИДЕМИЧЕСКОЙ ОПАСНОСТИ ПОЧВЫ ПО БАКТЕРИОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Мухеев П. В., к. б. н., *pvm-fscg@yandex.ru*

Федеральное бюджетное учреждение науки «Федеральный научный центр гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана» Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, г. Мытищи, Россия

Оценку эпидемической опасности почвы проводят в соответствии с СанПиН 2.1.7.1287–03 путем учета численности санитарно-показательных и патогенных бактерий в свежееотобранной навеске почвы. Гигиенические требования важны в первую очередь для почв зон повышенного риска: детских площадок, жилой застройки, площадок отдыха, зон рекреации, зон санитарной охраны водоемов и др. В почвах, относящихся к категории «чистая», «не допускается... наличие возбудителей каких-либо кишечных инфекций, патогенных бактерий, энтеровирусов. Индекс санитарно-показательных организмов должен быть не выше 10 клеток/г почвы».

Не вызывает сомнений, что в чистой почве могут быть обнаружены санитарно-показательные бактерии, способные не только выживать, но и развиваться в ней. На этот факт указывал еще Е. Н. Мишустин. Это же в полной мере относится к энтерококкам, размножающимся в микролокусах почвы и на остатках растительности. Д. Г. Звягинцев указывал на наличие в почве огромного количества микросред, подходящих для выживания различных микроорганизмов.

Сложнее обстоит дело с оценкой почв при обнаружении значительных количеств (100 и выше КОЕ/г) колиформных бактерий и энтерококков. Логично предположить, что опасность для здоровья человека могут представлять присутствующие в почве патогенные бактерии родов *Salmonella*, *Shigella*, *Yersinia*, энтероинвазивные штаммы *E. coli* (EIEC), *Clostridium perfringens*, а также возбудители оппортунистических инфекций. Источниками патогенных бактерий являются больные, бактерионосители, сточные воды, отходы животноводческих хозяйств, а также инфицированные домашние животные. Пути распространения патогенов в природных экосистемах в 1990-е годы были рассмотрены в работах О. В. Бухарина, В. Ю. Литвина и других исследователей. Г. П. Калина указывал на способность сальмонелл сохраняться в почве продолжительное время, превышающее время выживания кишечной палочки. На практике патогенные бактерии в почве обнаруживают редко. Это связано с улучшением санитарного состояния населенных мест, особенно в водоохраных зонах и местах рекреации. Однако не исключено, что, попадая в почву, патогенные бактерии утрачивают свои фенотипические признаки, переходя в некультивируемое состояние, характерное для большинства (99 %) почвенных микроорганизмов.

Объекты, выбранные для исследования, представляли собой чистые песчаные пляжи для купания в Москве и на водохранилищах ближайшего Подмосковья, открытые в конце июня 2020 г., вскоре после снятия ограничений по новой коронавирусной инфекции. Выявление патогенных бактерий проводили классическими бактериологическими методами и методом ПЦР. Отбор проб почвы, выделение, идентификацию бактерий проводили по методике ФЦ/4022, разработанной коллективом авторов под руководством Г. М. Трухиной. Видовой состав выделенных штаммов определяли на бактериологическом анализаторе VITEK 2 Compact 30. С помощью коммерческого набора MO BIO PowerSoil DNA Isolation Kit выделяли суммарную ДНК, в которой выявляли гены микроорганизмов *Shigella* spp., EIEC, *Salmonella* spp. с помощью комплекта реагентов «АмплиСенс® ОКИ скрин-FL» на приборе Rotor-Gene 6000.

В связи с комфортной температурой на пляжах наблюдали огромное число отдыхающих. Категорию загрязнения песка по колиформным бактериям и энтерококкам можно было оценить как умеренно опасную — до 100 КОЕ/г. Поиск патогенных бактерий в песках пляжей как бактериологическим методом, так и методом ПЦР не дал положительных находок. Загрязнение почвы одними лишь фекальными бактериями при отсутствии патогенных бактерий позволяет усомниться в опасности пляжей для отдыхающих. Если все же сальмонеллы будут выявлены, нужно понимать степень их опасности (большинство сальмонелл относится к 4-й группе патогенности) и их количество, необходимое для создания инфицирующей дозы.

Поступила 28.10.2020

# МЕТОДЫКА ВYZНАЧЭННЯ АСТАТКАВАГА ЁТРЫМАННЯ СУЛЬФАДЫМЕЗІНУ І МЕТРАЊІДАЗОЛУ Ў МЯСЕ І МЯСНОЙ ПРАДУКЦЫІ МЕТАДАМ ВЭВХ-МС/МС

Паланевіч Г. Г., [gannapalanevich@gmail.com](mailto:gannapalanevich@gmail.com),  
Бельшава Л. Л., [llbelysheva@gmail.com](mailto:llbelysheva@gmail.com),  
Маліноўская К. А., [chf@rspch.by](mailto:chf@rspch.by),  
Булгакава В. А., [chf@rspch.by](mailto:chf@rspch.by)

Рэспубліканскае ўнітарнае прадпрыемства «Навукова-практычны цэнтр гігіены», г. Мінск,  
Рэспубліка Беларусь

Прысутнасць антыбіётыкаў у прадуктах харчавання звязана з сур'езнымі рызыкамі для чалавека, у тым ліку з развіццём трываласці хваробаносных бактэрый да антымікробных прэпаратаў. З гэтай прычыны астаткавае ўтрыманне такіх рэчываў рэгламентуюць, а кантроль рэшткаў антыбіётыкаў заўжды застаецца актуальнай задачай і патрабуе выкарыстання сучасных адчувальных і селектыўных метадаў вызначэння, якія здольныя гарантаваць надзейнасць і пэўнасць вынікаў вымярэнняў.

Для вызначэння ўтрымання метранідазолу (група нітраімідазолаў) і сульфадимезіну (група сульфаніламіданідаў) у мясе і мясной прадукцыі распрацавана методыка вымярэнняў у дыяпазоне значэнняў масавай долі ад 0,8 да 130,0 мкг/кг з выкарыстаннем высокаэфектыўнай вадкаснай храматаграфіі з мас-спектраметрычным дэтэктываннем (ВЭВХ–МС/МС). Працоўны дыяпазон распрацаванай методыкі адпавядае ўсталяванаму нарманванню: для сумы сульфаніламіданідаў максімальная дапушчальны ўзровень у мясе, печані, нырках і тлушчы ўсіх прадукцыйных жывёлін (у тым ліку птушкі) складае 100 мкг/кг; для метранідазолу — 100 мкг/кг, выключэнне складае мясная прадукцыя з усіх відаў птушкі, норма для якой — 1 мкг/кг [1].

Распрацаваная методыка заключаецца ў экстрагаванні аналітаў з харчовай матрыцы сумессю вады і ацэтанітрылу (2:10, аб.), выдаленні арганічнага растваральніка ўпарваннем у току азоту, разбаўленні ўпаранага воднага экстракту вадой і аб'ястлушчванні яго гексанам, далейшай ачыстцы аб'ястлушчанага экстракту і канцэнтраванні аналітаў метадам цвёрдафазнай экстракцыі з выкарыстаннем картрыджаў з палімерным сарбентам Chromabond HR-X, аналізе атрыманых раствораў метадам ВЭВХ–МС/МС.

Для інструментальнага вызначэння антыбіётыкаў выкарыстоўваюць ВЭВХ–МС/МС сістэму LC-20 Prominence LCMS-8040. У якасці нерухомай фазы ўжываюць храматаграфічную калонку Zorbax SB C18 (150×2,1 мм, 3,5 мкм), у якасці рухомай — 0,1%-ны водны раствор мурашынай кіслаты і ацэтанітрылу. Храматаграфічнае раздзяленне рэалізуюць у рэжыме градыентнага элюіравання. Тэмпература тэрмастата калонкі складае 40 °С, аб'ём уводу ўзораў — 10 мкл. Наладкі МС/МС дэтэктара: іанізацыі электраспрэем, хуткасць патоку газу дэсальватацыі — 15 дм<sup>3</sup>/хв, хуткасць патоку газу распылення — 3 дм<sup>3</sup>/хв, тэмпература лініі дэсальватацыі — 190 °С, тэмпература награвальнага блока — 350 °С, напружанне на інтэрфэйсе іанізацыі — 4000 В, наладкі квадруполяў — вызначэнне станоўча зараджаных іонаў аналітаў і іх дэйтэраваных унутраных стандартаў у рэжыме маніторынгу множных рэакцый. Колькаснае вызначэнне праводзяць па аднаму, найбольш інтэнсіўнаму даччынаму іону, пацвярджэнне дакладнасці ідэнтыфікацыі аналіту ажыццяўляюць па суадносінах інтэнсіўнасцей двух даччыных іонаў аналіту.

Колькасны разлік метадам унутранага стандарту з выкарыстаннем матрычнай градуіроўкі. У залежнасці ад узроўню ўтрымання антыбіётыкаў прадугледжана пабудова градуіровачных графікаў у двух дыяпазонах: ад 0,8 да 10,0 мкг/кг і ад 10,0 да 130,0 мкг/кг. Для пабудовы градуіровачных графікаў належыць падрыхтаваць матрычныя градуіровачныя растворы з выкарыстаннем адпаведнай чыстай ад аналітаў матрыцы.

Метралагічныя характарыстыкі методыкі для сульфадимезіну і метранідазолу складаюць: адноснае стандартнае адхіленне паўтаральнасці  $s_r$  — 4,5%, адноснае стандартнае адхіленне прамежкавай прэцызійнасці  $s_{r(то)}$  — 7,7%, мяжа паўтаральнасці  $r$  — 12,6%, мяжа прамежкававай прэцызійнасці  $r_{r(то)}$  — 21,6%; пашыраная няпэўнасць  $U$  ( $P=0,95$ ;  $k=2$ ) — 40% для сульфадимезіну і 32% для метранідазолу ў дыяпазоне масавай долі ад 0,8 да 3,0 мкг/кг уключна, 23% і 15% у дыяпазоне ад 3,0 да 10,0 мкг/кг уключна, 32% і 26% у дыяпазоне ад 10,0 да 30,0 мкг/кг уключна, 15% і 14% у дыяпазоне ад 30,0 да 130,0 мкг/кг.

## Літаратура

1. О максимально допустимых уровнях остатков ветеринарных лекарственных средств (фармакологически активных веществ), которые могут содержаться в переработанной пищевой продукции животного происхождения, в том числе в сырье, и методиках их определения: решение Коллегии Евраз. экон. комис. 13.02.2018 № 28 // КонсультантПлюс. Беларусь / ООО «Юрспектр», Нац. центр правовой информ. Респ. Беларусь. — Минск, 2020.

Поступила 11.11.2020

### ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИКОТОКСИНОВ В СПЕЦИЯХ И ПРЯНОСТЯХ МЕТОДОМ ВЫСОКОЭФФЕКТИВНОЙ ЖИДКОСТНОЙ ХРОМАТОГРАФИИ С МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКИМ ДЕТЕКТИРОВАНИЕМ

Чалый З.А., *brew@ion.ru*,  
Киселева М.Г., к. х.н, *mg\_kiseleva@ion.ru*,  
Седова И.Б., к. б.н, *isedova@ion.ru*

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки «Федеральный исследовательский центр питания, биотехнологии и безопасности пищи», г. Москва, Россия

Одними из самых универсальных и широко используемых ингредиентов в приготовлении и обработке пищи являются специи и пряности. Их используют как усилители вкуса и аромата, а также как красители и консерванты. Климатические условия, в которых выращиваются специи и пряности, благоприятны для их загрязнения плесневыми грибами, многие из которых могут продуцировать микотоксины (далее — МТ). Накопление МТ может происходить за счет фитопатогенов, поражающих растения в процессе жизнедеятельности (*Fusarium*, *Alternaria*), и грибов хранения (*Aspergillus* и *Penicillium*). По данным комиссии ФАО ВОЗ, в специях и пряностях наиболее часто обнаруживаются афлатоксин В1 (далее — АФЛ В1) — вторичный метаболит грибов рода *Aspergillus* и охратоксин А (далее — ОТА), продуцируемый грибами родов *Aspergillus* и *Penicillium*, при этом в перце чили, паприке, мускатном орехе, черном перце и куркуме уровни контаминации могут достигать нескольких мг/кг. В некоторых странах установлены максимально допустимые уровни для АФЛ В1–2–10 мкг/кг, сумма афлатоксинов (далее — АФЛ) — 10–20 мкг/кг, ОТА — 10–20 мкг/кг в специях и пряностях, в то же время, согласно литературным данным, они могут быть контаминированы и другими МТ.

Целью исследования является изучение распространенности 25 МТ в специях и пряностях: АФЛ (В1, В2, G1, G2), ОТА, дезоксиниваленола, фумонизинов, Т-2 токсина, зеараленона, их структурных аналогов (НТ-2 токсин, Т-2-триол, неосоланиол, 3- и 15-ацетилпроизводные дезоксиниваленола, диацетоксискирпенол, фузаренон Х, микотоксины *Alternaria* (альтернариол, его метиловый эфир (далее — АМЕ), тентоксин (далее — ТЕ)), а также эмерджентные (стеригматоцистин (далее — СТЦ), микофеноловая кислота, энниатины А и В, боверицин). Исследовано 89 образцов специй и пряностей: черного перца (13), имбиря (7), перца чили (14), корицы (5), паприки (10), куркумы (7), тмина (2), кориандра (4), мускатного ореха (7), орегано (2), базилика (2), карри (3), розмарина (2), многокомпонентных смесей (10) и шафрана (1). Для подготовки проб применяли модифицированный вариант QuEChERS: навеску экстрагировали смесью ацетонитрил/вода/уксусная кислота (50/50/1, % об.), затем добавляли смесь солей хлорида натрия (NaCl) и сульфата магния (MgSO<sub>4</sub>), центрифугировали; супернатант концентрировали и перерастворяли в смеси подвижных фаз. Подготовленные пробы анализировали методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием в режиме электрораспылительной ионизации; разделение аналитов осуществляли на обращенно-фазовой колонке с привитыми группами октадецилсилана Titan C18, 2,1 × 100 мм, 1,9 μm в режиме градиентного элюирования смесью вода-метанол-ацетонитрил, модифицированной 1 мМ формиата аммония и 0,1 %-ной муравьиной кислотой.

Наиболее загрязненным был перец чили: в 10 из 14 образцов обнаружен АФЛ В1 на уровне 0,17–48,2 мкг/кг и в 8 из 14 — ОТА. Половина образцов паприки была загрязнена АФЛ В1, меньше всего был загрязнен черный перец, в 3 образцах был обнаружен ТЕ. Один образец имбиря был за-

грязнен АФЛ В1, а 3 образца — ОТА, максимальное содержание которого составило 13,9 мкг/кг, в мускатном орехе в 1 образце обнаружен АФЛ В1. Также в этих образцах были обнаружены вторичные метаболиты *Fusarium* и *Alternaria*. В образцах пряных трав, куркумы, порошка карри и многокомпонентных смесях АФЛ В1 обнаружен не был, для них были характерны вторичные метаболиты *Fusarium* и *Alternaria*, помимо них был обнаружен СТЦ. Наиболее часто встречаемые микотоксины в исследуемых образцах — ТЕ (частота обнаружения 43%), АФЛ В1 (22%), ОТА (14%) и АМЕ (14%).

На основании данных о суточном потреблении основных видов специй, представленных Codex Alimentarius Commission (чили — 0,32 г/сутки, имбирь — 0,49 г/сутки, паприка — 0,25 г/сутки, мускатный орех — 0,02 г/сутки), и с учетом максимальных уровней контаминации исследованных в настоящей работе образцов был оценен потенциальный вклад специй в поступление микотоксинов с пищей в России. Суточный вклад совместного потребления чили, паприки, имбиря, мускатного ореха — АФЛ В1 составляет 0,276 нг/кг массы тела в сутки (13% от среднего расчетного поступления с пищей 2,15 нг/кг массы тела в день), ОТА — 0,14 нг/кг массы тела/в неделю (1% от условно переносимого недельного поступления ОТА с пищей, равного 100 нг/кг массы тела в неделю), для других токсинов вклад в суточную нагрузку не существен.

Поступила 29.01.2020

## Раздел 8

# ПРАКТИКА ГИГИЕНЫ И ТОКСИКОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ. СТАТЬИ

### МЕЖДУНАРОДНЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ БЕЗОПАСНОСТИ И ЭФФЕКТИВНОСТИ ФИЛЬТРУЮЩИХ РЕСПИРАТОРОВ

*Николаева Е. А., kalya-nik@tut.by,*

*Шагун Е. В., shagun09@mail.ru,*

*Гутич Е. А., ekhutsich@gmail.com*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Работа во вредных и/или опасных условиях труда сопряжена с профессиональным риском для жизни и здоровья работников. Одной из мер снижения профессионального риска и обеспечения безопасных условий труда является использование средств индивидуальной защиты [1].

Средства индивидуальной защиты используются работниками для предотвращения или уменьшения воздействия вредных и опасных производственных факторов. Они применяются в тех случаях, когда безопасность работ не может быть обеспечена конструкцией оборудования, организацией производственных процессов, архитектурно-планировочными решениями и средствами коллективной защиты [2].

Значение средств индивидуальной защиты в настоящее время очень велико за счет интенсивного использования природных ресурсов и загрязнения окружающей среды, широкого внедрения техники, систем механизации и автоматизации во все сферы общественно-производственной деятельности. Формирование рыночных отношений сопровождается появлением и широким распространением различных природных, биологических, техногенных, экологических и других опасностей.

Среди всего многообразия средств индивидуальной защиты неопределимую роль играют средства индивидуальной защиты органов дыхания. В соответствии с ГОСТ 12.4.034–2017 «Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Классификация и маркировка» средства индивидуальной защиты органов дыхания по конструкции и принципу действия подразделяются на три группы: изолирующие, фильтрующие и изолирующие-фильтрующие аппараты [3].

В практическом применении в различных сферах деятельности широко используются фильтрующие средства индивидуальной защиты органов дыхания, а именно респираторы. Действие респираторов основано на очистке воздуха, вдыхаемого пользователем из окружающей среды, с помощью фильтров. Они предназначены для защиты от вредных веществ известного состава и их концентраций до 0,5 % при содержании объемной доли кислорода в воздухе не менее 17 %.

Фильтрующие респираторы должны отвечать основным требованиям, которые предъявляются к средствам индивидуальной защиты, — это их безопасность и эффективность. В зависимости от области применения средств индивидуальной защиты органов дыхания, в частности, фильтрующих респираторов, во многих странах действуют различные нормативные стандарты. Как правило, эти стандарты содержат требования к физическим параметрам, показателям безопасности, эффективности и соответственно ими определяется степень защиты фильтрующих респираторов. В некоторых странах существуют различные эксплуатационные нормы для респираторов, используемых в профессиональной деятельности, и респираторов общего пользования.

На территории Евразийского экономического союза, и соответственно в Республике Беларусь и Российской Федерации, разработан и действует технический регламент Таможенного союза 019/2011 «О безопасности средств индивидуальной защиты» (далее — ТР ТС 019/2011) [4]. ТР ТС 019/2011 основан на требованиях действующих национальных стандартов, в том числе гармонизированных с нормами Европейского союза.

Основные требования безопасности и эффективности, предъявляемые к респираторам согласно ТР ТС 019/2011, следующие:

— пункт 4.2: санитарно-гигиенические показатели (одориметрия); санитарно-химические показатели состояния водных вытяжек (запах, цветность, мутность, рН, изменение рН, окисляемость, УФ-поглощение в диапазоне длин волн 220–360 нм, восстановительные примеси); миграция вредных веществ в дистиллированную воду или в воздушную среду (исходя из состава материалов); токсиколого-гигиенические показатели (раздражающее действие на кожные покровы (в эксперименте на животных), кожно-резорбтивное действие, сенсibiliзирующее действие); электризуемость материалов (напряженность электростатического поля), масса изделий;

— пункт 4.4 (подпункт 7, 10): площадь поля зрения; содержание диоксида углерода во вдыхаемом воздухе; устойчивость к механическому и температурному воздействию; устойчивость к воспламенению; коэффициент проникновения тест-вещества через фильтрующую полумаску; проницаемость фильтрующего материала; начальное сопротивление воздушному потоку; устойчивость к запылению.

Эксплуатационные испытания (эффективность) респираторов проводят в соответствии с методами, изложенными в ГОСТ 12.4.294–2015 «Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски фильтрующие для защиты от аэрозолей».

Респираторы, используемые на территории стран Европейского союза, должны соответствовать требованиям, изложенным в EN 149:2001+A1:2009 «Respiratory protective devices — Filtering half masks to protect against particles».

Следует отметить, что ГОСТ 12.4.294–2015 и EN 149:2001+A1:2009 по основным регламентируемым параметрам практически идентичны.

В вышеперечисленных документах респираторы для защиты органов дыхания от аэрозолей подразделяют на три класса в зависимости от их фильтрующей эффективности (FFP1 — с низкой эффективностью; FFP2 — со средней эффективностью; FFP3 — с высокой эффективностью). Респираторы с более высокой эффективностью обладают и более высокой фильтрующей способностью.

Несколько иной подход к требованиям безопасности и эффективности респираторов в Соединенных Штатах Америки. Все респираторы должны соответствовать требованиям, установленным организацией National Institute for Occupational Safety and Health (NIOSH) и изложенным в 42 CFR Part 84 Respiratory Protective Devices. В соответствии с этим стандартом респираторы классифицируются на девять классов в зависимости от фильтрующей способности. Основные показатели, изложенные в 42 CFR Part 84 Respiratory Protective Devices, совпадают с показателями EN 149:2001+A1:2009, отличия наблюдаются в нормировании и в условиях проведения испытаний.

Особые требования безопасности и эффективности предъявляются к фильтрующим респираторам, используемым в системе здравоохранения, в связи с тем, что они предназначены для снижения риска инфицирования медицинских работников, работающих в условиях высокого риска распространения инфекций, передающихся воздушно-капельным путем.

В Республике Беларусь и в Российской Федерации не разработаны специальные стандарты по медицинским респираторам, применяемым для защиты от возбудителей инфекционных заболеваний.

В Республике Беларусь респираторы, используемые в медицинских учреждениях, должны соответствовать требованиям гигиенической безопасности, изложенным в Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требованиях к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю), утвержденных Решением Комиссии Таможенного союза от 28 мая 2010 г/ № 299 (Глава II. Раздел 18. Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике), СанПиН «Требования к изделиям медицинского назначения, медицинской технике и материалам, применяемым для их изготовления» и ГН «Показатели безопасности изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых для их изготовления» (утверждены постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.12.2013 № 128).

При этом для индивидуальной защиты медицинских работников должны использоваться респираторы с соответствующей степенью фильтрации FFP2, FFP3 или N95, N99 (американские аналоги). Степень фильтрации устанавливается в соответствии с ТР ТС 019/2011 по ГОСТ 12.4.294–2015 «Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски фильтрующие для защиты от аэрозолей».

Таким образом, в Республике Беларусь для использования респираторов в медицинских организациях необходимо, чтобы респиратор соответствовал требованиям, предъявляемым как к медицинским изделиям, так и к средствам индивидуальной защиты.

В Российской Федерации для обеспечения максимальной защиты медицинских работников используемые в здравоохранении модели респираторов должны иметь класс защиты не ниже FFP2

и быть сертифицированы на соответствие требованиям одного из национальных или международных стандартов: ТР ТС 019/2011 (ГОСТ 12.4.294–2015 «Средства индивидуальной защиты органов дыхания. Полумаски фильтрующие для защиты от аэрозолей») или EN 149:2001+A1:2009 «Respiratory protective devices — Filtering half masks to protect against particles».

В Соединенных Штатах Америки для медицинских целей используют респираторы N95, N99 и N100, наиболее часто в практическом здравоохранении применяется хирургический респиратор N95. К данным респираторам помимо требований, изложенных в 42 CFR Part 84 Respiratory Protective Devices, предъявляют дополнительные требования в соответствии с письмом NIOSH SA2018–1010 (Меморандум FDA/NIOSH/CDRH/CDC/ NPPTL MOU 225–18–006) [5]. В соответствии с этими требованиями медицинские респираторы дополнительно проходят испытания по следующим показателям: эффективность проникновения частиц (PFE), эффективность бактериальной фильтрации (BFE), брызгоустойчивость (устойчивость к проникновению синтетической крови), биосовместимость, воспламеняемость.

Проанализировав международные подходы к оценке безопасности и эффективности фильтрующих респираторов, можно сделать вывод, что большинство нормативных стандартов в отношении респираторов сходны, но не идентичны по классификации и методам испытаний. Для фильтрующих респираторов, используемых в системе здравоохранения, предъявляются дополнительные требования эффективности и безопасности.

## Литература

1. Иванов, В. В. Эффективность использования СИЗ как элемент оценки профессионального риска / В. В. Иванов // Охрана труда и техника безопасности на промышленных предприятиях. — 2012. — № 9. — С. 21–28.
2. Семенов, И. П. Средства индивидуальной защиты и санитарно-бытовое обеспечение работающих: метод. рекомендации / И. П. Семенов, И. А. Кураш, В. П. Филонов. — Минск: БГМУ, 2017. — 35 с.
3. Национальный фонд технических нормативных правовых актов [Электронный ресурс]. — Режим доступа: <http://tnpa.by/>. — Дата доступа: 09.11.2020.
4. О безопасности средств индивидуальной защиты: ТР ТС 019/2011: принят 09.12.2011: вступ. в силу 01.06.2012 / Евраз. экон. комис. — Минск: БелГИСС, 2012. — 205 с.
5. Official website of the United States government [Electronic resource]. — Mode of access: <http://fda.gov/>. — Date of access: 10.11.2020.

Поступила 09.11.2020

## К 75-ЛЕТНЕМУ ЮБИЛЕЮ САНИТАРНО-ЭПИДЕМИОЛОГИЧЕСКОЙ СЛУЖБЫ ГОРОДА БРЕСТА

*Радченко Г. И., [brestses@brest.by](mailto:brestses@brest.by),  
Радченко Е. А., [brestses@brest.by](mailto:brestses@brest.by)*

Государственное учреждение «Брестский зональный центр гигиены и эпидемиологии»,  
г. Брест, Республика Беларусь

30 июля 2020 г. санитарно-эпидемиологической службе г. Бреста исполнилось 75 лет.

Организация и становление службы на территории Западной Беларуси начались сразу после ее воссоединения 17 сентября 1939 г. с СССР. До 1939 г. Брестская область (Полесское воеводство) входила в состав Польши. Среди населения свирепствовали сыпной и брюшной тиф, дизентерия, туберкулез, трахома и другие инфекционные заболевания. Из 1000 родившихся детей умирали 139, высокой была смертность и среди взрослого населения. После воссоединения Западной Беларуси с БССР уже в январе 1940 г. создана Брестская областная санитарно-эпидемиологическая станция, которая обслуживала и г. Брест. Великая Отечественная война и трехлетняя фашистская оккупация принесли неисчислимые бедствия, нанесли тяжелый урон здоровью населения, резко ухудшили эпидемиологическую ситуацию. Военное лихолетье полностью разрушило созданную перед войной санитарно-эпидемиологическую службу. Становление санитарной службы после войны начиналось практически с нуля. В августе 1944 г. вновь организуется областная санэпид-

станция, а 30 июля 1945 г. — Брестская городская санитарно-эпидемиологическая станция. В то же время при народном комиссариате здравоохранения создана государственная санитарная инспекция, а при инфекционной больнице функционировал эпидотряд. С 1 апреля 1950 г. органы госсанинспекции реорганизованы и их функции переданы городской санэпидстанции. До 1958 г. параллельно с санитарно-эпидемиологической станцией в г. Бресте существовала областная противомаларийная станция.

Первым главным врачом Брестской городской санитарно-эпидемиологической станции (1945–1946 гг.) была Зиновьева Зинаида Александровна, в штат входили 3 врача, 4 помощника, 2 лаборанта, 1 дезинструктор, 5 дезинфекторов, инструктор по санитарно-просветительной работе, медицинский статистик и ветеринарный инспектор. Деятельность Брестской городской СЭС была направлена на ликвидацию вспышек сыпного и возвратного тифов, туберкулеза, дифтерии, малярии, заразных кожных заболеваний и острых кишечных инфекций. Кроме того, служба принимала участие в отводе земельных участков под строительство, в мероприятиях по санитарной защите водоемчиков, очистке населенных мест, организации банного обслуживания, профилактике пищевых отравлений, эвакуации инфекционных больных и работе в очагах инфекционных заболеваний. В последующем учреждении руководили Вайман М.Л. (1946–1947 гг.), Клетова Н.Л. (1947–1948 гг.), Кац Э.Ю. (1948–1951 гг.), Николаева З.С. (1951–1954 гг.), Гутник Л.А. (1955–1984 гг.), Ракоть В.М. (1984–2003 гг.), Радченко Г.И. (2004 г. — по настоящее время).

Много изменений произошло за 75 лет.

В 1990 г. санитарно-эпидемиологическая станция переименована в Брестский городской центр гигиены и эпидемиологии, а в 2003 г. — в государственное учреждение «Брестский зональный центр гигиены и эпидемиологии», в задачи которого кроме осуществления государственного санитарного надзора на территории г. Бреста стало входить оказание практической и методической помощи районным центрам гигиены и эпидемиологии: Малоритскому, Жабинковскому, Каменецкому и Брестскому.

В 2003 г. УЗ «Брестский областной центр здоровья» был присоединен к Брестскому областному центру гигиены и эпидемиологии. Таким образом, функции формирования здорового образа жизни населения перешли к органам государственного санитарного надзора.

1 января 2004 г. произошла реорганизация исследовательского отдела Брестского зонального центра гигиены и эпидемиологии путем переподчинения Брестскому областному центру гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья в целях создания централизованной лаборатории.

С 1 сентября 2004 г. к Брестскому зональному центру гигиены и эпидемиологии присоединен Брестский районный центр гигиены и эпидемиологии, а в 2011 г. — Брестский отделенческий центр гигиены и эпидемиологии на железнодорожном транспорте.

На современном этапе государственное учреждение «Брестский зональный центр гигиены и эпидемиологии» (<http://zoncgie.brest.by/>) осуществляет государственный санитарный надзор на территории города Бреста и Брестского района, в том числе за объектами Белорусской железной дороги, оказывает консультативную и практическую помощь Жабинковскому, Каменецкому и Березовскому районным центрам гигиены и эпидемиологии. В центре работают 205 человек, в том числе 36 врачей, 24 из которых имеют квалификационные категории, в том числе 7 высших. Из 66 средних медицинских работников присвоены квалификационные категории 53, в том числе 8 — высшая. В структуре центра — организационный отдел, отделы гигиены (отделения гигиены питания, коммунальной гигиены, гигиены труда, гигиены детей и подростков, лабораторное отделение дозиметрического контроля и измерений физических факторов внешней среды), эпидемиологии (противоэпидемическое, дезинфекционное отделения, отделение надзора за организациями здравоохранения, 3 санитарно-карантинных пункта), общественного здоровья, профилактической дезинфекции. За годы работы значительным подспорьем в укреплении материально-технической базы центра явились средства от внебюджетной деятельности. 23 средствами измерений проводятся измерения уровней освещенности, шума, вибрации, параметров микроклимата, мощности эквивалентной дозы гамма-излучения.

В 1998 г. построено здание по пл. Свободы, 11 А, в котором расположены администрация центра, организационный отдел, отдел гигиены. В 2009 г. сдано в эксплуатацию новое здание дезинфекционного отдела с санитарным пропускником по ул. В. Хоружей, 6, в котором располагаются отделы эпидемиологии, профилактической дезинфекции и общественного здоровья. Приобретены 12 автомобилей. За последние 2 года выполнены ремонт здания по пл. Свободы, 11 А с заменой мебели, компьютеризация центра с ремонтом сетей связи, организована локально-вычислительная сеть в отремонтированных кабинетах.

Много изменений произошло и в задачах санитарно-эпидемиологической службы. Если на этапе создания основная функция сводилась к ликвидации вспышек инфекционных заболеваний, то сегодня приоритет принадлежит профилактическому направлению.

За последние 10 лет (2010–2019 гг.) происходит увеличение численности постоянного населения г. Бреста со среднегодовым темпом прироста +1,2%, Брестского района +1,7% (умеренная тенденция к росту). Один из показателей, характеризующих уровень жизни населения, — естественный прирост — в г. Бресте продолжает оставаться положительным. Однако за 2010–2019 гг. он имеет умеренную тенденцию к снижению с отрицательным среднегодовым темпом прироста –3,7%. Вместе с тем в Брестском районе отмечается выраженная тенденция к росту естественного прироста +7,9%, хотя в 2019 г. впервые с 2013 г. он стал отрицательным. В динамике за 10 лет в г. Бресте стабилизировался общий коэффициент смертности, при этом имеет место умеренная тенденция к снижению рождаемости (рисунки 1 и 2).



**Рисунок 1. — Динамика показателей рождаемости населения г. Бреста и Брестского района в сравнении с республиканскими показателями за 2010–2019 гг.**

В Брестском районе наряду со снижением за 10 лет с умеренным темпом как рождаемости, так и смертности в 2019 г. общий коэффициент смертности превысил общий коэффициент рождаемости.



**Рисунок 2. — Динамика показателей смертности населения г. Бреста и Брестского района в сравнении с республиканскими показателями за 2010–2019 гг.**

За 2010–2019 гг. в возрастной структуре населения как города, так и района увеличился удельный вес детей и лиц старше трудоспособного возраста.

Уровень смертности среди населения г. Бреста и Брестского района ниже, чем в среднем по области (13,1%). Анализ смертности за 2019 г. по причинам показал, что наибольший вес в структуре причин приходится на болезни системы кровообращения (57,2% в городе, 64,2% в районе), новообразования (21,9% и 15,2% соответственно) и внешние причины (6,0% и 5,9%). Среди внешних при-

чин лидирующую роль играют самоубийства, несчастные случаи, связанные с отравлением алкоголем и с дорожно-транспортными происшествиями.

Общая заболеваемость населения г. Бреста и Брестского района за 2010–2019 гг. имеет умеренную тенденцию к снижению — минус 1,9%. В структуре заболеваемости первые три места занимают болезни системы кровообращения, органов дыхания, глаза и его придаточного аппарата. Следует отметить положительную динамику за 10 лет: умеренную тенденцию к снижению заболеваемости болезнями системы кровообращения и органов дыхания со среднегодовым темпом прироста минус 1,2% и 2,2% соответственно. Настораживает рост общей заболеваемости подросткового населения со среднегодовым темпом прироста +2,3% (умеренная тенденция к росту), при этом отмечается выраженная тенденция к росту болезней системы кровообращения (+6,2%) и умеренная — болезней органов дыхания (+2,2%). Ухудшаются показатели медосмотров школьников: рост числа детей с пониженной остротой зрения с 72,3 на 1000 осмотренных в 2010 г. до 86,0 в 2019 г., со сколиозом — с 10,4 до 31,6, с нарушением осанки — с 28,9 до 43,1. Наряду со снижением удельного веса детей, отнесенных к I группе здоровья, продолжается рост показателей II и III группы.

Эпидемиологическая ситуация за 2010–2019 гг. в г. Бресте и Брестском районе была управляемой. Не допущена вспышечная заболеваемость, в том числе в организованных детских коллективах. Достигнуты оптимальные показатели иммунизации населения. Не регистрировались случаи вспышечной и групповой заболеваемости кишечными инфекциями, связанные с водообеспечением населения и производством и реализацией пищевых продуктов. В последние годы не регистрируются случаи столбняка, дифтерии, полиомиелита, краснухи, эпидпаротита. В многолетней динамике снизилась заболеваемость сальмонеллезами, дизентерией, вирусным гепатитом А, туберкулезом, менингококковой инфекцией, микроспорией, чесоткой, гельминтозами. Отмечается рост энтеровирусной инфекции, вирусного гепатита С, боррелиоза (болезнь Лайма), коклюша, ветряной оспы, кори. В структуре инфекционной заболеваемости без учета гриппа и ОРВИ в 2019 г. на первом месте воздушно-капельные инфекции (70,0%), на втором — кожно-венерические (13,6%), на третьем — кишечные (12,1%).

В 2016 г. благодаря слаженной работе эпидемиологов удалось купировать осложнение эпидемиологической обстановки в г. Бресте по кори, связанное с недостаточной иммунной прослойкой среди граждан Российской Федерации (Чеченская Республика, Республика Дагестан и др.), временно пребывающих на территории г. Бреста с целью пересечения государственной границы Республики Беларусь в Республику Польша через железнодорожный пункт пропуска Брест–Тересполь для получения статуса беженца за рубежом. Количество одновременно находящихся в г. Бресте иностранных граждан колебалось от 1000 до более 2000 человек. Ежедневно в обоих направлениях белорусско-польскую границу пересекали от 100 до 600 человек, которые выезжали по 5–7 раз в неделю, при этом не более 30 из них ежедневно получали возможность остаться на территории Республики Польша. В период эпиднеблагополучия в г. Бресте зарегистрирован 131 случай кори, из которых 123 случая среди иностранных граждан, а 8 — среди жителей г. Бреста.

Наряду с другими факторами негативное влияние на здоровье населения оказывает состояние окружающей среды.

Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха в городе являются выбросы автотранспорта, предприятий филиала РУП «Брестэнерго» «Брестские тепловые сети», КУПП «Брестское котельное хозяйство» Минжилкомхоза, предприятий транспорта и коммуникаций, предприятий транспортного РУП Брестское отделение Белорусской железной дороги. В 2019 г. выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух от стационарных источников составили 3,2 тонны. Темп среднегодового прироста за период 2010–2019 гг. — минус 1,0% (стабильная тенденция к снижению). Уловлено и обезврежено 78,5% загрязняющих атмосферный воздух веществ, отходящих от стационарных источников. Национальный мониторинг загрязнений атмосферного воздуха осуществляется филиалом «Брестоблгидромет» в г. Бресте на стационарных постах. В порядке госнадзора обеспечен мониторинг в 7 контрольных точках г. Бреста и 2 — Брестского района по 5 веществам: твердые частицы, диоксид азота, диоксид серы, формальдегид, оксид углерода. По результатам стационарных наблюдений в целом по городу состояние воздуха оценивалось как стабильно хорошее. Ухудшение качества воздуха в летний период связано с повышенным содержанием формальдегида и приземного озона. Согласно рассчитанным значениям индекса качества атмосферного воздуха состояние воздуха в 2019 г. оценивалось в основном как очень хорошее, хорошее и умеренное. Доля периодов с удовлетворительным и плохим качеством атмосферного воздуха была незначительна. По данным Белгидромета, в последние 5 лет прослеживается тенденция увеличения уровня загрязнения воздуха диоксидом азота и твердыми частицами. Содержание

в воздухе формальдегида определяется в июне–августе. Данные измерений свидетельствуют о том, что уровень загрязнения воздуха формальдегидом в г. Бресте по-прежнему выше, чем в других областных центрах республики. Доля проб с концентрациями выше ПДК в 1,2–2,1 раза в июле–августе 2019 г. составляла 21 %. Более высокие его концентрации регистрируются вблизи автомагистралей с интенсивным движением. Вследствие своего пограничного положения г. Брест принимает на себя практически весь транзитный транспорт. Границу в Польшу пересекают более 3 тысяч автомобилей в сутки.

На контроле подпрограмма 5 «Чистая вода» Государственной программы «Комфортное жилье и благоприятная среда» и Комплексы мероприятий по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения г. Бреста и Брестского района на 2016–2020 гг. За 2010–2019 гг. показатели обеспеченности жилищного фонда города и района централизованным водоснабжением ежегодно увеличиваются и в 2019 г. составили 92,4% и 85,1% соответственно при областном показателе 78,1%. Качество питьевой воды, подаваемой населению, значительно улучшилось по микробиологическим показателям (рисунок 3). За последние 2 года нестандартных проб воды водопроводной по микробиологическим показателям не зарегистрировано.

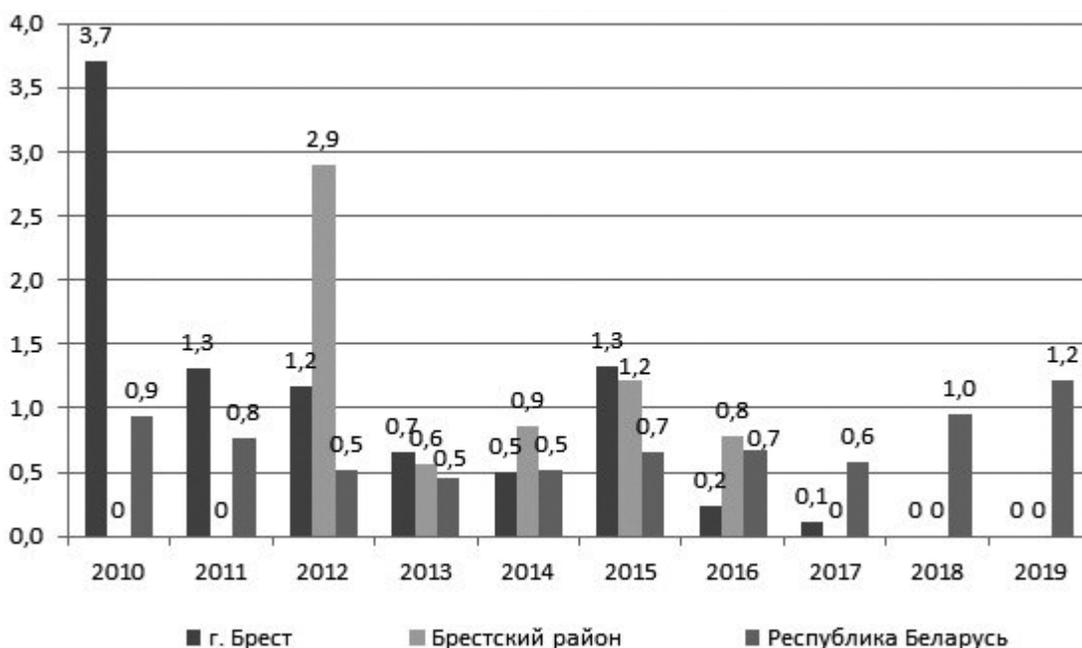
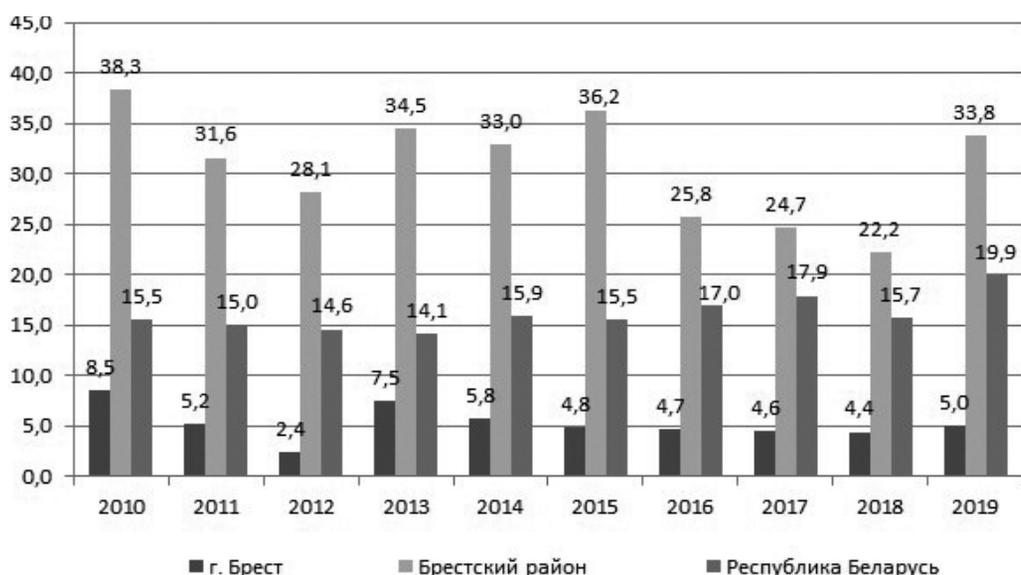


Рисунок 3. — Удельный вес проб воды из коммунальных водопроводов, не отвечающих гигиеническим нормативам по микробиологическим показателям

Благодаря поэтапной замене изношенных водопроводных сетей в городе процент нестандартных проб воды из коммунальных водопроводов по санитарно-химическим показателям уменьшился с 8,5% в 2010 г. до 5,0% в 2019 г. (рисунок 4). Проблема повышенного содержания железа в водопроводной воде в районе связана с недостаточным оснащением станциями обезжелезивания воды.

В последние годы санитарно-эпидемиологическая служба стала серьезной помехой как для поступления все возрастающего количества продуктов питания, не отвечающих требованиям безопасности, из-за рубежа, так и для производства некачественной продукции на территории г. Бреста и Брестского района. Положительная динамика в качестве вырабатываемых предприятиями пищевой промышленности продуктов питания подтверждается данными лабораторных исследований: с 2016 г. не соответствующих нормативам проб не зарегистрировано.

Радиационная обстановка стабильная. В сентябре 2004 г. завершены работы по дезактивации объектов «802» и «Западный» в г. Бресте, территории которых были загрязнены в 1960-е гг. урановой рудой при ее перегрузке в ходе транспортировки из Западной Европы в СССР. Уровень гаммафона в последние годы — 8–12 мкР/час. За анализируемые годы при исследовании пищевых продуктов на содержание радионуклидов превышений допустимых уровней не установлено. Не было случаев превышения содержания радионуклидов и в пробах воды, стройматериалов, продуктов лесного хозяйства.



**Рисунок 4. — Удельный вес проб воды из коммунальных водопроводов, не отвечающих гигиеническим нормативам по санитарно-химическим показателям**

Из проведенных в 2019 г. в порядке мониторинга измерений уровней шума в 24 точках в г. Бресте и 2 точках в Брестском районе превышения допустимых уровней до 61 дБА установлены на улицах с интенсивным движением автотранспорта, а также обусловлены влиянием железнодорожного транспорта. Несмотря на постоянно увеличивающееся количество базовых станций сотовой связи, результаты измерений не выявили неблагоприятных уровней воздействия на здоровье населения.

Налажен контроль за выполнением рекомендаций по 82 объектам, в отношении которых проводилась процедура сокращения базового размера санитарно-защитной зоны и оценка рисков воздействия на здоровье населения от деятельности объектов, а также за осуществлением ими производственного лабораторного контроля.

В целях исключения отрицательного влияния на остроту зрения школьников учебно-образовательного процесса за 10 лет во всех общеобразовательных учреждениях проведена частичная или полная реконструкция систем электроосвещения, эффективность которой подтверждена результатами инструментальных измерений уровней искусственной освещенности.

Отмечается умеренная тенденция к снижению уровня заболеваемости с временной утратой трудоспособности среди работающих в г. Бресте и Брестском районе (темп прироста — минус 2,6%). Благодаря проводимым мероприятиям по улучшению условий труда на рабочих местах с 2011 г. в Брестском районе, а с 2017 г. в г. Бресте не регистрировались случаи профессиональных заболеваний.

Ведется работа по мониторингу индикаторов Целей устойчивого развития, делегированных на национальном уровне санэпидслужбе. В рамках реализации Цели устойчивого развития № 3 «Обеспечение здорового образа жизни и содействие благополучию для всех в любом возрасте» реализуются 12 широкомасштабных профилактических проектов, в том числе «Здоровый город» на территории микрорайона «Ковалёво» г. Бреста и «Здоровый поселок» в агрогородке Вистычи Брестского района.

Жизнь ставит новые, все более сложные задачи, которые предстоит решать для обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения, критерием которого является здоровье населения, что должно в первую очередь учитываться при разработке профилактических мероприятий и принятии соответствующих решений.

Поступила 30.10.2020

## КОММУНИКАЦИОННАЯ СТРАТЕГИЯ ПО РЕАГИРОВАНИЮ НА COVID-19 ДЛЯ ОБЩЕСТВЕННОСТИ И МЕДИЦИНСКОГО ПЕРСОНАЛА

*Сачек М. М., д. м. н., msachek@belcmt.by,  
Новик И. И., к. б. н., inovik@belcmt.by,  
Кобель А. А., akobel@belcmt.by,  
Боровик Е. Н., Borovik.Elena@belcmt.by,  
Лазовик Л. И., l.lazovik@agt.by,  
Бородун Ю. А., info@belcmt.by*

Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения», г. Минск, Республика Беларусь

Пандемия коронавируса представляет собой серьезный вызов современному миру. Ее последствия — политические, экономические, социальные — отразились на всех странах мира.

Ввиду стремительной эскалации ситуации с новой коронавирусной инфекцией (далее — COVID-19) в мире и ее определения Всемирной организацией здравоохранения как пандемии задачей системы здравоохранения Республики Беларусь является принятие эффективных мер для оперативного реагирования на случаи коронавируса с целью сдерживания распространения, профилактики и клинического ведения выявленных случаев инфекции COVID-19, а также для повышения потенциала всех уровней системы здравоохранения и укрепления мер общественного здравоохранения.

Начиная с августа 2020 г. Государственным учреждением «Республиканский научно-практический центр медицинских технологий, информатизации, управления и экономики здравоохранения» реализуется проект «Экстренное реагирование на COVID-19 в Республике Беларусь» (далее — Проект). Данный Проект подготовлен в рамках Программы стратегической готовности и реагирования в отношении коронавирусной инфекции COVID-19, финансируемой за счет Механизма ускоренного финансирования для борьбы с COVID-19 из средств Международного банка реконструкции и развития.

Мероприятия, финансируемые в рамках Проекта, соответствуют стратегическому плану Правительства Республики Беларусь (далее — План Правительства) по контролю за распространением COVID-19 и повышению готовности системы здравоохранения к реагированию на чрезвычайные ситуации, а именно:

- укрепление краткосрочного и долгосрочного потенциала системы здравоохранения по оказанию доступной и качественной медицинской помощи, включая интенсивную терапию;
- оперативное реагирование на чрезвычайную ситуацию с COVID-19 посредством выявления, изоляции и оказания медицинской помощи пациентам с COVID-19 с целью сдерживания распространения заболевания, минимизации смертности;
- эффективные коммуникационные кампании для массовой осведомленности и просвещения населения в целях борьбы с распространением COVID-19.

В борьбе с коронавирусной инфекцией крайне важно осознание обществом своей ответственности, при этом очень многое зависит от самодисциплины каждого жителя страны, его отношения к своему здоровью и здоровью окружающих, от уровня солидарности и ответственности каждого в борьбе с инфекцией COVID-19.

С этой целью в рамках Проекта предусмотрена реализация компонента «Поддержка коммуникационной стратегии и плана реагирования», мероприятия которого направлены на поддержку информационно-коммуникационной деятельности, усиление приверженности государства, частного сектора и гражданского общества борьбе с пандемией COVID-19, повышение осведомленности и уровня знаний всего населения о риске и потенциальных последствиях пандемии.

Неотъемлемой частью реализации данного компонента является Коммуникационная стратегия по реагированию на COVID-19 для общественности и медицинского персонала (далее — Стратегия), которая разработана, прошла согласование со всеми заинтересованными, одобрена Министерством здравоохранения Республики Беларусь и Всемирным банком.

Стратегия в полной мере соответствует Плану Правительства Республики Беларусь в контексте обеспечения готовности и реагирования на появление COVID-19, а также является ответной мерой

общественного здравоохранения на возможные риски увеличения заболеваемости населения Беларуси.

Основополагающую роль для достижения целей Стратегии играет повышение доверия общества к информации, исходящей из компетентных источников, и безусловное принятие рекомендованных моделей поведения в условиях пандемии, привлечение общественности к борьбе с вирусом и расширение возможностей заинтересованных сторон в сфере поиска и реализации решений.

В основу реализации Стратегии положен комплексный подход, который не только позволит систематизировать работу по формированию информированного и ответственного поведения в обществе для борьбы с COVID-19, ясному пониманию рисков для здоровья каждого белоруса, но и заполнит пробелы в знаниях о рисках для успешной борьбы с вирусом.

Это может быть реализовано путем:

1) скоординированных подходов через деятельность рабочей группы для оперативного реагирования и координации совместных действий госорганов и медучреждений во взаимодействии со средствами массовой информации, лидерами общественного мнения и блогерами. На данный момент состав рабочей группы определяется Министерством здравоохранения, но уже сейчас можно сказать, что в состав войдут представители ключевых министерств и ведомств, а также региональных структур;

2) повышения доверия населения к информации и ее источникам. К сожалению, за последние несколько месяцев в обществе сформировалось недоверие к официальным источникам информации об инфекции COVID-19. Следствием недоверия к официальной и не всегда оперативной информации от государственных источников становится появление «фейковой» информации в социальных сетях. В Стратегии уделено внимание качеству и оперативности информации для населения, а также к источникам этой информации;

3) целевого информирования отдельных групп и формирования ключевых сообщений для каждой целевой аудитории. Целевые группы должны быть определены и разделены на сегменты. У каждой группы есть свои ценности и инсайты (понимание ситуации). С каждой аудиторией необходимо разговаривать на ее языке, привлекая авторитетов для этой аудитории, экспертов и лидеров мнения, формируя понятные каждой целевой аудитории ключевые сообщения и визуальные образы. Все это также предусмотрено мероприятиями Стратегии;

4) взаимодействия со средствами массовой информации, лидерами общественного мнения и блогерами. Прежде всего это налаживание тесного контакта с редакциями средств массовой информации (далее — СМИ), формирование пула дружественных СМИ, организация специальных проектов с медиапартнерами из числа дружественных СМИ по теме COVID-19, а также проведение различных мероприятий для журналистов — онлайн-брифингов, круглых столов и т. д. Предусмотрено формирование списка лидеров общественного мнения и блогеров, авторитет которых позволит повысить доверие к информации о COVID-19. Не менее важным сегментом в реализации Стратегии является активная работа в социальных сетях, предусмотрено создание на сайте Министерства здравоохранения раздела о COVID-19, рубрики «100 вопросов и ответов о COVID-19», онлайн-счетчика контроля заболеваемости, фото- и видеобанка по теме COVID-19, размещение актуальной и оперативной информации для различных целевых аудиторий. Вся информация также будет размещаться в социальных сетях в адаптированном виде;

5) взаимодействия с медицинским сообществом. И здесь прежде всего важно регулярное повышение образовательного уровня медицинских работников по теме COVID-19. Стратегией предусмотрен ряд мероприятий — программа стажировок и учебных материалов на базе Государственного учреждения образования «Белорусская медицинская академия последиplomного образования», вебинаров для медработников на базе Государственного учреждения «Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья», обучение медработников управлению кризисными коммуникациями.

Ряд мероприятий направлен на оптимизацию и оперативную корректировку работы колл-центров и «горячих линий» по теме COVID-19, а также на организацию живого общения с представителями служб реагирования в социальных сетях. Вся проведенная работа будет обобщена и проанализирована для выявления часто задаваемых вопросов, проведения качественно-количественного исследования о COVID-19;

6) регулярного мониторинга восприятия рисков. Стратегией предусмотрено проведение мониторинга СМИ, социальных сетей, анализа открытых данных и сообщений, поступающих на «горячие линии». Процесс сбора информации обеспечит понимание знаний, убеждений, восприятия риска, привычек и чувств каждой целевой аудитории в отношении COVID-19. Это является необходимым

этапом для последующего принятия адекватных и оперативных решений, а также адаптации сообщений для каждой аудитории;

7) создания и постоянного обновления пакета визуальных материалов, в который войдут плакаты, лайтпостеры, баннеры, наклейки, плакаты, аудио- и видеоролики, инфографика и иные образцы визуальных сообщений по теме профилактики COVID-19;

8) взаимодействия с международными организациями. В реализации Стратегии взаимодействия с международными организациями, такими как Всемирная организация здравоохранения, Белорусское общество Красного Креста, ЮНИСЕФ, ЮНФПА, ПРООН, является обязательным и безусловным. Взаимодействие реализуется путем оказания помощи в поставке оборудования, расходных материалов и лекарственных средств, обмена опытом по профилактике COVID-19, реализации совместных коммуникационных проектов, создания контента для различных целевых аудиторий, обучения медицинского персонала для диагностики и лечения пациентов с симптомами COVID-19, посещения на дому, наблюдения за пациентами.

Общая цель Стратегии состоит в обеспечении соблюдения населением и медицинскими работниками мер по защите здоровья, рекомендованных Министерством здравоохранения, Всемирной организацией здравоохранения, и принятии моделей защитного поведения, способствующих борьбе с пандемией COVID-19.

Основными факторами, способствующими формированию и укреплению доверия в обществе, являются своевременная, точная и прозрачная коммуникация, ее оперативная координация и согласованность, а также релевантные и адаптированные сообщения, основанные на восприятии риска и передаваемые через эффективные каналы коммуникации и пользующихся доверием лиц.

Только согласованные, оперативные действия на всех уровнях позволят добиться успеха в борьбе с вирусом.

Поступила 10.11.2020

## **К 40-ЛЕТИЮ ОСНОВАНИЯ ЛАБОРАТОРИИ ФИЗИЧЕСКИХ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА**

*Соловьева И.В., к. т. н., [sivbel@mail.ru](mailto:sivbel@mail.ru),  
Арбузов И.В., [vanyk@tut.by](mailto:vanyk@tut.by),  
Баслык А.Ю., [baslykalexey@gmail.com](mailto:baslykalexey@gmail.com),  
Кравцов А.В., [sasha.kravtsov.87@mail.ru](mailto:sasha.kravtsov.87@mail.ru),  
Захаренко Т.В., [tanya152915@gmail.com](mailto:tanya152915@gmail.com)*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Создание лаборатории виброакустических исследований (в настоящее время — лаборатории физических факторов среды обитания человека) связано с началом строительства в 1977 г. метрополитена мелкого заложения в г. Минске, которое подразумевало появление новых неблагоприятных для населения техногенных факторов городской среды [1, 2]. Наиболее значимыми физическими факторами, формирующими условия проживания и воздействующими на здоровье населения при функционировании метрополитена мелкого заложения, являются вибрация и шум. До этого времени в республике не существовало подразделения, способного решить задачу по оценке влияния строящегося метрополитена на уровни вибрации и шума в зданиях, расположенных вдоль тоннелей метро, и анализу показателей заболеваемости населения, обусловленных влиянием данных факторов [1]. В связи с этим на базе Белорусского научно-исследовательского санитарно-гигиенического института (в настоящее время — республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены») в 1980 г. был создан отдел под руководством к. м. н. Рафала Францевича Лесневского, включающий три лаборатории: лабораторию гигиенических виброакустических исследований под руководством Р.Ф. Лесневского, лабораторию инженерных виброакустических исследований, которую возглавил к. т. н. Аркадий Романович Пресс, и лабораторию изучения состояния здоровья населения под руководством к. м. н. Эмилии Александровны Новиковой [1–3]. Лаборатория инженерных виброакустических исследований была оснащена ви-

броизмерительным оборудованием мирового уровня (Brüel & Kjær (Дания), Robotron (Германия), Larson-Davis (США)) [1].

В рамках поставленной перед отделом задачи были проведены широкомасштабные исследования виброакустической ситуации в условиях проживания населения в зоне влияния метрополитена мелкого заложения, которые представляли большую научную новизну и практическую значимость. Впервые были изучены фоновые уровни вибрации и шума в зданиях, расположенных вдоль запроектированных тоннелей первой и второй линий метрополитена, имевшие место до начала его эксплуатации, а также уровни вибрации и шума в этих же зданиях после начала эксплуатации первой и второй линий метрополитена. Была дана гигиеническая оценка влияния шума и вибрации на показатели заболеваемости взрослого и детского населения до и после строительства метрополитена мелкого заложения. В качестве основных методов изучения состояния здоровья населения, проживающего вдоль трассы метрополитена, использовали социологический метод, долговременное ретроспективное наблюдение и изучение ответных физиологических реакций организма человека. Гигиеническая оценка «фоновых» уровней заболеваемости населения до ввода в эксплуатацию метрополитена стала основой обоснования профилактических мероприятий (Новикова Э. А., Гриценко Т. Д., Худницкий С. С.). В результате проведенных исследований были разработаны технические мероприятия для снижения вибрации и шума в зданиях от метрополитена мелкого заложения (Заборов В. И., Пресс А. Р., Сполитак В. Г.). Кроме того, параллельно была проведена оценка воздействия различных видов городского транспорта на виброакустическую ситуацию в жилых домах (Пресс А. Р., Эльпер В. Г., Быкова Н. П., Соловьева И. В.). На основании полученных результатов разработаны карты виброакустического загрязнения территорий ряда городов страны [1].

После выполнения исследований, связанных со строительством в Минске метрополитена мелкого заложения, была проведена реорганизация отдела, и лаборатория инженерных виброакустических исследований стала самостоятельной единицей, была переименована в лабораторию виброакустических исследований и постепенно расширила сферу научной деятельности. Руководство лабораторией до 1997 г. осуществлял А. Р. Пресс, который являлся главным специалистом Министерства здравоохранения Республики Беларусь по вопросам физических факторов в области гигиены окружающей среды. В дальнейшем лаборатория была переименована в лабораторию комплексных проблем физических факторов среды обитания человека, руководство ею осуществляли к. м. н. Худницкий С. С., к. т. н. Соловьева И. В., к. м. н. Щербинская И. П.

Первоначально состав лаборатории был представлен молодыми учеными: Худницким С. С., Сполитаком В. Г., Быковой Н. П., Сметаниным И. С., Соловьевой И. В., Эльпером В. Г., группой инженеров: Лукавенко В. С., Малышевым Е. М., Погребняком В. Я., Голобородько В. П. и лаборантов: Горшковой Т. Н., Ляшко Е. П. Благодаря А. Р. Прессу было налажено сотрудничество лаборатории с профильными институтами союзного и республиканского уровня и создана школа по подготовке научных кадров в области акустики. В лаборатории была создана творческая атмосфера, и впоследствии научными сотрудниками были подготовлены и защищены 5 кандидатских диссертаций.

В дальнейшем лаборатория пополнялась высококвалифицированными кадрами, среди которых к. т. н. Запорожченко А. А., Кириленко А. Т., Мошкарев Е. А., Дойникова М. С., молодые ученые Фоменко Т. В., Арбузов И. В., Гаевская Т. В., Жилевич И. М., Баслык А. Ю., Кравцов А. В. и другие. Значимый вклад в развитие лаборатории внесла Щербинская И. П., развив новые направления деятельности лаборатории по изучению факторов жилой среды и комбинированного воздействия факторов среды в условиях проживания населения, обновив лабораторную базу и кадровый состав лаборатории, а также наладив тесное сотрудничество с министерствами и ведомствами, в частности с Министерством строительства и архитектуры республики и профильными исследовательскими институтами Российской Федерации.

За период функционирования лаборатории сотрудниками впервые был изучен акустический режим ряда городов республики (Пресс А. Р., Быкова Н. П., Соловьева И. В., Лукавенко В. С., Погребняк В. Я., Голобородько В. П.), разработаны и реализованы мероприятия по улучшению условий проживания населения. Результаты исследований послужили основой для создания генеральных планов городов и совершенствования улично-дорожных сетей. Правительство республики на основе исследований, проведенных специалистами лаборатории, приняло обоснованные решения о расположении национального аэропорта за пределами Минска, о строительстве объездных магистралей, защите зданий от вибрации, создаваемой метро.

Под научным руководством А. Р. Пресса сотрудниками лаборатории впервые выполнены исследования, которые позволили обосновать гигиенические критерии вибрационного воздействия городского рельсового транспорта на условия проживания населения, разработать и внедрить новые

подходы к измерениям и гигиенической оценке данного фактора (Худницкий С. С., Сполитак В. Г., Эльпер В. Г.).

Установлены гигиенические критерии оценки акустической и вибрационной нагрузки территорий населенных мест и степень риска неблагоприятного воздействия данных факторов на человека. Разработаны методические подходы к измерению и гигиенической оценке шума и вибрации в населенных местах, а также метод определения удельной акустической и вибрационной нагрузки населенных мест (Худницкий С. С., Соловьева И. В., Запорожченко А. А., Быкова Н. П., Арбузов И. В., Гаевская Т. В., Жилевич И. М.). Разработан гигиенический критерий оценки комбинированного действия шума и вибрации на формирование общей и профессиональной заболеваемости работников (Худницкий С. С., Щербинская И. П., Арбузов И. В., Соловьева И. В., Запорожченко А. А., Быкова Н. П.).

Результаты исследований условий труда работников, выполненных сотрудниками лаборатории, позволили внедрить в производственный процесс предприятий научные рекомендации по минимизации вредного воздействия шума и вибрации на здоровье работающих, обосновать принципы гигиенического нормирования непостоянной вибрации по интегральному показателю, заложить основы разработки системы мониторинга физических факторов (Пресс А. Р., Худницкий С. С., Запорожченко А. А., Быкова Н. П., Соловьева И. В., Сметанин И. С.).

Лабораторией проделана большая научно-практическая работа по гигиенической оценке физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях, заключающаяся в классификации товаров народного потребления в зависимости от их функционального назначения и неблагоприятного воздействия на человека, обосновании гигиенических нормативов для каждого физического фактора с учетом времени воздействия, особенностей его применения, возраста пользователя, а также в разработке методических подходов к измерению показателей данных физических факторов. Работа была проведена при участии специалистов Комитета по стандартизации, метрологии и сертификации Республики Беларусь (Госстандарт) и ученых ведущих научно-исследовательских гигиенических институтов Российской Федерации (НИИ медицины труда РАМН, НИИ гигиены им. Ф. Ф. Эрисмана, НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН). По итогам научных исследований были впервые разработаны межгосударственные «Санитарные нормы допустимых уровней физических факторов при применении товаров народного потребления в бытовых условиях» СанПиН № 9–29–95 (РФ № 2.1.8. 042–96), действующие до сих пор (Пресс А. Р., Запорожченко А. А., Худницкий С. С., Мошкарёв Е. А., Быкова Н. П., Кириленко А. Т. и сотрудники других лабораторий).

Интенсивный рост систем сотовой подвижной электросвязи (базовые станции, излучающие электромагнитные поля в УВЧ-, СВЧ-, КВЧ-диапазонах, переносные сотовые радиотелефоны) в мире привел к ухудшению электромагнитной ситуации, что в условиях воздействия других физических факторов (шум, вибрация, электромагнитные поля, инфразвук) позволило прогнозировать возрастание негативной нагрузки на здоровье населения республики. Для оптимизации условий проживания населения при воздействии электромагнитных излучений на отдельных территориях и в помещениях, создаваемых системами сотовой подвижной электросвязи, были изучены особенности формирования электромагнитной обстановки и влияние ее на здоровье населения в разных городах. В целях совершенствования нормативно-правовой базы и контроля органами, осуществляющими государственный санитарный надзор, уровней электромагнитных излучений от систем подвижной электросвязи разработаны методические подходы к их измерению и гигиенической оценке (Худницкий С. С., Дойникова М. С., Арбузов И. В.). Также был разработан комплекс мероприятий по оптимизации условий проживания населения в условиях воздействия электромагнитных излучений, включающий в себя мероприятия по минимизации «популяционного риска» на этапе установки и последующей эксплуатации базовых станций систем подвижной электросвязи и мероприятия, снижающие «индивидуальный риск», возникающий при использовании сотовых радиотелефонов (Худницкий С. С., Щербинская И. П., Арбузов И. В.). Совместно со специалистами Белорусского государственного университета информатики и радиоэлектроники (Мордачев В. И.) разработана оригинальная методика оценки риска в рамках электромагнитной безопасности при эксплуатации базовых станций (Худницкий С. С., Щербинская И. П., Арбузов И. В.) на социально значимых объектах и их территориях. Разработаны критерии оценки физических и химических факторов внутренней среды помещений жилых и общественных зданий (Щербинская И. П., Арбузов И. В., Кравцов А. В., Баслык А. Ю., Быкова Н. П., Соловьева И. В. и сотрудники других лабораторий).

На современном этапе развития лаборатория именуется лабораторией физических факторов среды обитания человека и руководителем ее является Арбузов И. В. Основные направления научной деятельности лаборатории: выполнение научно-исследовательских работ, направленных на изуче-

ние закономерностей влияния физических факторов на здоровье населения и работающих, разработку методологии оценки риска влияния физических факторов на здоровье населения в условиях проживания и на производстве; разработка и научное обоснование мероприятий по снижению неблагоприятного воздействия физических факторов на человека.

Сотрудниками лаборатории за последние 5 лет переработаны и оптимизированы с учетом собственных и мировых исследований ряд технических нормативных правовых актов по воздействию физических факторов среды обитания человека: разработаны гигиенические нормативы допустимых значений показателей комбинированного воздействия на население в условиях шума и вибрации, шума и низкочастотных электромагнитных полей (Щербинская И. П., Быкова Н. П., Зиновкина В. Ю., Гринцевич Д. В.). В настоящее время проводятся исследования вибрационного воздействия на водителей автотранспортных средств, позволившие разработать гигиенические критерии оценки полной транспортной общей и локальной вибрации (Соловьева И. В., Баслык А. Ю., Кравцов А. В., Арбузов И. В.) и комбинированного воздействия транспортной и транспортно-технологической категорий общей вибрации на водителей подъемного автотранспорта (Соловьева И. В., Сычик С. И., Кравцов А. В., Арбузов И. В., Баслык А. Ю.); исследования влияния постоянного магнитного поля на изменения психофизиологического состояния организма работников и разработка методологии оценки риска здоровью работающих при различных дозо-временных нагрузках воздействия постоянного магнитного поля на рабочих местах (Соловьева И. В., Кравцов А. В., Арбузов И. В., Баслык А. Ю.); исследования, имеющие целью изучение возможного риска здоровью населения, обусловленного воздействием электромагнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц, направленные на разработку метода оценки потенциального риска (Соловьева И. В., Захаренко Т. В., Арбузов И. В., Кравцов А. В., Баслык А. Ю.).

Лаборатория физических факторов среды обитания человека (Баслык А. Ю., Арбузов И. В., Кравцов А. В.) совместно с лабораторией гигиены труда (Коноплянко В. А., Клебанов Р. Д.) при научном консультировании Итпаевой-Людчик С. Л. проводит исследования влияния искусственной световой среды, формируемой светодиодными источниками света, на функциональное состояние организма работников, разрабатывает и обосновывает методические подходы к оценке искусственной световой среды, гигиенические нормативы и требования к световой среде, формируемой светодиодными и другими электрическими источниками света, на рабочих местах в помещениях производственных и общественных зданий.

С 2015 г. под руководством к. м. н. Дроздовой Е. В. сотрудниками лаборатории расширена география сотрудничества с профильными научными институтами республиканского и международного уровней. Сотрудники лаборатории являются членами рабочих групп, экспертами и участниками совещаний, проводимых в рамках ЕврАзЭС, представляют интересы Министерства здравоохранения Республики Беларусь на заседаниях технических комитетов и подкомитетов Международной электротехнической комиссии по разработке технических нормативных правовых актов межгосударственного уровня.

Лаборатория укомплектована квалифицированными кадрами, оснащена современным оборудованием, способна решать широкий спектр научных, практических и организационно-методических задач в области гигиены физических факторов среды обитания человека. Специалисты лаборатории проводят измерения и гигиеническую оценку электромагнитных излучений радиочастотного диапазона 30 кГц-40 ГГц, электрических и магнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц, электростатических полей, постоянного магнитного поля, интенсивности ультрафиолетового, видимого и инфракрасного излучений, лазерного излучения, шума, инфра- и ультразвука, общей и локальной вибрации, параметров микроклимата, освещенности и коэффициента пульсации искусственной освещенности, осуществляют исследования (испытания) и экспертную оценку производимых и реализуемых на территории республики продукции и товаров народного потребления, технологического и другого оборудования, изделий и оборудования медицинского назначения, транспорта, телекоммуникаций по параметрам физических факторов в рамках заявленной области деятельности аккредитованной лаборатории.

В качестве перспективных направлений научной деятельности группы можно назвать разработку методологии оценки риска влияния физических факторов на здоровье населения в условиях проживания и производства.

## Литература

1. 90 лет на благо здоровья и безопасности / С. И. Сычик [и др.]. — Минск: Белпринт, 2017. — 727 с.

2. *Быкова, Н.П.* Дело Аркадия Пресса / Н.П. Быкова // Медицинский вестник. — 2014. — 17 апр. — С. 14.
3. Архив республиканского унитарного предприятия «Научно-практический центр гигиены». — Приказ БелНИСГИ от 01.09.1980 № 56 (§ 1).

Поступила 12.11.2020

## **К ВОПРОСУ ИНВЕНТАРИЗАЦИИ ХИМИЧЕСКОЙ ПРОДУКЦИИ, НАХОДЯЩЕЙСЯ В ОБРАЩЕНИИ И ПЛАНИРУЕМОЙ К ОБРАЩЕНИЮ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

*Сычик С.И., к. м. н., [rspch@rspch.by](mailto:rspch@rspch.by),  
Ильюкова И.И., к. м. н., [toxlab@mail.ru](mailto:toxlab@mail.ru),  
Табелева Н.Н., к. м. н., [nntabeleva@mail.ru](mailto:nntabeleva@mail.ru),  
Столяренко В.А., [bstu12@mail.ru](mailto:bstu12@mail.ru),  
Гомолко Т.Н., [tgomolko@mail.ru](mailto:tgomolko@mail.ru)*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В системе регулирования обращения химической продукции в Республике Беларусь одним из важных государственных направлений является обеспечение химической безопасности.

На предприятиях Республики Беларусь используется широкий спектр химических веществ (растворители, красители, кислоты и щелочи и др.). В структуре экспорта преобладают минеральные удобрения, продукты переработки нефти, химические волокна и нити, пластмассы, ароматические углеводороды. Основу импорта составляют нефть, средства защиты растений, промышленные химикаты.

По официальным статистическим данным в Республике Беларусь удельный вес производства химической продукции в 2019 г. составил 10,1 % общего объема производства обрабатывающей промышленности.

В Республике Беларусь наблюдается постоянный рост производства химической продукции. Так, производство полимеров и синтетических смол выросло с 888,2 тыс. т в 2015 г. до 1005,44 тыс. т в 2019 г., химических волокон — с 184,3 тыс. т в 2015 г. до 216,4 тыс. т в 2019 г., минеральных или химических удобрений (в пересчете на 100 % питательных веществ) — с 7507,8 тыс. т в 2015 г. до 8553 тыс. т в 2019 г.

Развитие промышленного, в том числе химического, производства в Республике Беларусь приводит к обострению проблем химической безопасности, что обуславливает необходимость совершенствования системы регулирования обращения химической продукции, создания единого механизма по контролю и регулированию за обращением опасной химической продукции.

В Республике Беларусь постоянно реализовываются меры (совершенствуется законодательство в области управления химической продукцией), создающие благоприятную основу для решения вышеуказанных проблем:

- внедрена система государственной регистрации химической продукции;
- приняты международные обязательства по Монреальскому Протоколу, Базельской, Стокгольмской, Роттердамской, Минаматской конвенциям по контролю за обращением опасных химических веществ и отходов;
- проводятся подготовительные мероприятия для обеспечения вступления в действие технического регламента Евразийского экономического союза «О безопасности химической продукции» (ТР ЕАЭС 041/2017) [1];
- улучшается система обмена информацией между органами государственного управления и заинтересованными организациями.

Обращение химической продукции в Республике Беларусь регулируется различными нормативно-правовыми документами: декреты и указы Президента Республики Беларусь, законы Республики Беларусь, постановления Совета Министров Республики Беларусь, постановления, принятые на межведомственном уровне, приказы и постановления отдельных министерств и ведомств.

Решением Совета Евразийской экономической комиссии от 3 марта 2017 г. № 19 «О техническом регламенте Евразийского экономического союза “О безопасности химической продукции”» принят технический регламент Евразийского экономического союза «О безопасности химической продукции» (ТР ЕАЭС 041/2017).

ТР ЕАЭС 041/2017 разработан в целях:

- установления обязательных для применения и исполнения требований безопасности к химической продукции для обеспечения защиты жизни и здоровья человека, имущества, охраны окружающей среды, а также предупреждения действий, вводящих в заблуждение потребителей относительно ее назначения и безопасности;
- реализации Соглашения о единых принципах и правилах технического регулирования в Евразийском экономическом союзе;
- гармонизации требований безопасности с требованиями Согласованной на глобальном уровне системы классификации опасности и маркировки химической продукции;
- установления обязательных норм для химической продукции, в числе которых правила обращения на рынке, требования безопасности, обеспечение соответствия требованиям безопасности, правила оценки соответствия, маркировка единым знаком обращения продукции на рынке государств — членов Евразийского экономического союза;
- устранение дублирования и противоречий между документами государств — членов Евразийского экономического союза;
- снижения технических барьеров в торговле и обеспечения свободного перемещения химической продукции, выпускаемой в обращение на территории государств — членов Евразийского экономического союза.

В рамках подготовительных мероприятий к введению в действие ТР ЕАЭС 041/2017 государствам — членам Евразийского экономического союза требуется до 1 марта 2021 г. сформировать национальную часть реестра химических веществ и смесей Евразийского экономического союза.

Реестр химических веществ и смесей Евразийского экономического союза будет состоять из национальных частей реестра, формирование и ведение которых будет обеспечиваться уполномоченными органами государств — членов Евразийского экономического союза посредством интегрированной информационной системы Евразийского экономического союза.

Поскольку национальный реестр представляет собой базу данных о химической продукции, то для его формирования необходимо осуществить сбор и систематизацию сведений о химической продукции, обращаемой и планируемой к обращению на территории Республики Беларусь, что возможно сделать только с привлечением представителей промышленности в рамках проведения инвентаризации.

Анализ законодательства в области формирования реестра химических веществ и смесей Евразийского экономического союза показал, что документами Евразийского экономического союза разрабатывается порядок формирования и ведения реестра химических веществ и смесей, в то же время порядок сбора сведений для формирования реестра химических веществ и смесей Евразийского экономического союза (инвентаризация) не утвержден на уровне Евразийского экономического союза. Исходя из изложенного, сбор сведений о химической продукции осуществляется в соответствии с требованиями, установленными в государствах — членах Евразийского экономического союза с учетом особенностей законодательства государств — членов Евразийского экономического союза.

В то же время необходимость проведения инвентаризации регламентирована положениями ТР ЕАЭС 041/2017 о том, что после вступления в силу ТР ЕАЭС 041/2017 вся химическая продукция, сведения о которой в национальном реестре отсутствуют, будет считаться «новой» для таможенной территории Евразийского экономического союза и перед выпуском в обращение должна пройти процедуру нотификации — комплексного исследования опасных свойств и анализа рисков воздействия на здоровье человека и окружающую среду с заполнением отчета о химической безопасности. В ходе инвентаризации компания имеет право подать сведения о химической продукции для дальнейшего включения в национальный реестр, тем самым заявив ее в качестве «находящейся в обращении» на таможенной территории Союза [1].

Постановлением Совета Министров Республики Беларусь от 27 марта 2018 г. № 226 «О некоторых вопросах Министерства здравоохранения» Министерство здравоохранения Республики Беларусь определено уполномоченным органом, ответственным за государственную регистрацию химической продукции, нотификацию новых химических веществ, ведение национальной части реестра хими-

ческих веществ и смесей Евразийского экономического союза в соответствии с требованиями ТР ЕАЭС 041/2017.

Постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 10 мая 2018 г. № 41 «Об определении уполномоченной организации» республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены» уполномочено на проведение комплекса предварительных технических работ, связанных с осуществлением экспертиз, испытаний и других исследований, предшествующих государственной регистрации химической продукции, нотификации новых химических веществ; ведение национальной части реестра химических веществ и смесей Евразийского экономического союза в соответствии с требованиями ТР ЕАЭС 041/2017.

С учетом актуальности вопроса подготовки к введению в действие в Республике Беларусь ТР ЕАЭС 041/2017, формирования национальной части реестра и проведения инвентаризации химической продукции республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены» осуществляется комплекс предварительных работ по:

- информированию заинтересованных лиц о порядке инвентаризации и сбору сведений о химической продукции;
- созданию и функционированию службы технической поддержки (консультирование заинтересованных лиц);
- приему сведений о химической продукции, находящейся в обращении и планируемой к обращению на территории Республики Беларусь;
- формированию реестра химической продукции, находящейся в обращении и планируемой к обращению на территории РБ, на основании поступивших от заявителей данных;
- направлению в Евразийскую экономическую комиссию национальной части реестра химических веществ и смесей.

Инвентаризация химической продукции в Республике Беларусь проводится в добровольном порядке на безвозмездной основе республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены».

С целью проведения инвентаризации химической продукции республиканским унитарным предприятием «Научно-практический центр гигиены»:

- создана рабочая группа по проведению инвентаризации химических веществ в Республике Беларусь и формированию национальной части реестра химических веществ (в том числе в составе смесей) Евразийского экономического союза из числа сотрудников Центра;
- создана и функционирует служба технической поддержки для рационального регулирования безопасного обращения химической продукции (BEL-CHEMISTRY HD), номер телефона +375 (17) 399-45-29, электронная почта [help\\_desk@rspch.by](mailto:help_desk@rspch.by), сайт [www.chemsafety.rspch.by](http://www.chemsafety.rspch.by);
- определен необходимый объем сведений для инвентаризации и разработана форма шаблона по инвентаризации, что явилось результатом совместной международной работы с ЕЭК и государствами — членами ЕАЭС, а также с международными экспертами ВОЗ и специалистами других стран (Грузия, Казахстан, Украина, Эфиопия) в рамках реализации международного проекта по регулированию обращения химических веществ совместно с ВОЗ;
- проводятся работы совместно с ЕЭК и государствами — членами Евразийского экономического союза по разработке и согласованию Порядков формирования и ведения реестра химических веществ и смесей Евразийского экономического союза, порядка нотификации новых химических веществ;
- разрабатывается программное обеспечение по формированию и ведению Национального реестра химических веществ и смесей, включающего определенный перечень сведений о химической продукции в объеме, необходимом для формирования Реестра химических веществ и смесей Евразийского экономического союза (работа выполняется в рамках реализации международного проекта по регулированию обращения химических веществ совместно с ВОЗ);
- проводятся обучающие семинары (вебинары), стажировки на рабочих местах для производителей и импортеров химической продукции. Так, в 2019 г. проведено 3 тематических семинара (обучение прошли 80 человек), в первом полугодии 2020 г. — 1 семинар, 14 вебинаров и 1 стажировка на рабочем месте (обучение прошло 53 человека);
- формируется Перечень химической продукции, обращаемой и планируемой к обращению на территории РБ, на основании поступающих от заявителей сведений.

Объектом инвентаризации является вся химическая продукция (химические вещества, в том числе присутствующие в концентрации более 0,1 % в составе химической смеси, и химические смеси),

находящаяся в обращении или планируемая к выпуску в обращение на территории Республики Беларусь, за исключением:

- препаративных форм пестицидов и химических веществ, выпускаемых в обращение в составе препаративных форм пестицидов;
- химической продукции, указанной в Приложении 1 к техническому регламенту Евразийского экономического союза «О безопасности химической продукции» (ТР ЕАЭС 041/2017).

Подавать сведения для инвентаризации могут юридические лица и индивидуальные предприниматели, являющиеся изготовителями (в том числе нерезиденты Республики Беларусь), импортерами химической продукции, уполномоченными изготовителем лицами.

Сведения, полученные по итогам инвентаризации, в последующем будут внесены в национальную часть реестра химических веществ и смесей Евразийского экономического союза.

В рамках проводимых работ по инвентаризации в Республике Беларусь по состоянию на 20 октября 2020 г. в перечень химической продукции, находящейся в обращении и планируемой к обращению на территории Республики Беларусь, включено 48 463 химических вещества (в том числе в составе смесей).

Развитие систем сбора и получения информации о химической продукции (инвентаризация), формирование национальной части реестра химических веществ и смесей позволит:

- обеспечить возможность получения необходимых сведений для совершенствования системы управления обращением химической продукции и обоснования решений по предотвращению его негативного воздействия на здоровье и окружающую среду;
- исключить чрезмерное регулирование ранее изученных химических веществ и снизить избыточную нагрузку на предприятия по исследованию уже известных и находящихся в обращении химических веществ;
- усовершенствовать системы мониторинга и отчетности по аспектам, связанным с использованием, регистрацией химической продукции;
- улучшить координацию действий заинтересованных органов государственного управления и органов власти для установления приоритетов действий по минимизации негативного воздействия химических веществ на здоровье человека и окружающую среду и решения первоочередных проблем охраны здоровья и окружающей среды в связи с производством и применением химических веществ.

## Литература

О безопасности химической продукции [Электронный ресурс]: ТР ЕАЭС 041/2017: утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии от 03.03.2017 № 19. — Режим доступа: [https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01413938/cncd\\_18052017\\_19](https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01413938/cncd_18052017_19). — Дата доступа: 09.11.2020.

Поступила 12.11.2020

## ОЖИДАЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РЕАЛИЗАЦИИ ОНТП «ГИГИЕНИЧЕСКАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ» (2019–2023)

*Сычик С. И., к. м. н., доцент,  
Дроздова Е. В., к. м. н., доцент,  
Ивко Н. А., к. б. н., ivko\_nata64@mail.ru,  
Итпаева-Людчик С. Л., к. м. н.*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Национальная стратегия устойчивого социально-экономического развития Республики Беларусь на период до 2030 г. стратегической целью развития системы охраны здоровья определяет увеличение продолжительности здоровой жизни населения, в том числе за счет снижения уровня неинфекционных заболеваний, риска появления новых видов заболеваний, включая и экологически обусловленную патологию.

Целью отраслевой научно-технической программы «Научно обосновать и разработать меры медицинской профилактики неинфекционных заболеваний, ассоциированных с качеством среды обитания человека, обеспечивающие гигиеническую безопасность жизнедеятельности населения и способствующие устойчивому развитию Республики Беларусь» (далее — ОНТП «Гигиеническая безопасность») является научное обоснование и разработка мер медицинской профилактики неинфекционных заболеваний, обеспечивающих безопасные условия жизнедеятельности населения.

ОНТП «Гигиеническая безопасность» включена в Перечень отраслевых научно-технических программ Министерства здравоохранения Республики Беларусь (далее — Минздрав) по приоритетным направлениям научно-технической деятельности и утверждена приказом Министра здравоохранения от 18.01.2019 № 45, которым республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены» определено головной организацией-исполнителем, согласована с Государственным комитетом по науке и технологиям Республики Беларусь 15.01.2019. Сроки выполнения программы — 2019–2023 гг.

ОНТП «Гигиеническая безопасность» является социально ориентированной составной программой, включает 37 заданий по разработке и освоению ряда инноваций; содержит научные разделы, охватывающие основные проблемы оценки рисков для здоровья, гигиенической регламентации безопасности продукции, методы оценки факторов среды обитания, медицинской профилактики профессиональной и производственно обусловленной патологии, здоровьесберегающих мер по оптимизации среды обитания.

В реализации программы приняли участие Государственное учреждение образования «Белорусская медицинская академия последипломного образования» Минздрава; Учреждение здравоохранения «Национальная антидопинговая лаборатория» Минздрава; Учреждение образования «Белорусский государственный медицинский университет» Минздрава; Государственное учреждение «Республиканский научно-практический центр эпидемиологии и микробиологии» Минздрава; Государственное учреждение «Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды» Министерства природных ресурсов и охраны окружающей среды; Республиканское научно-производственное унитарное предприятие «Центр светодиодных и оптоэлектронных технологий Национальной академии наук Беларуси».

Предлагаемые для решения задачи ОНТП «Гигиеническая безопасность» тесным образом связаны с решением актуальных социально-экономических задач Республики Беларусь и согласовываются с приоритетными направлениями научных исследований в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 22.04.2015 № 166 «О приоритетных направлениях научно-технической деятельности в Республике Беларусь на 2016–2020 годы» (абзац 8 «гигиеническая оценка и нормирование факторов среды обитания, минимизация рисков для здоровья человека» пункта «4. Медицина, фармация, медицинская техника»), а также приоритетными направлениями научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг. в соответствии с Указом Президента Республики Беларусь от 07.05.2020 № 156 «О приоритетных направлениях научной, научно-технической и инновационной деятельности на 2021–2025 гг.» (абзац 5 «диагностика, медицинская профилактика и лечение инфекционных, включая вирусной этиологии, и неинфекционных заболеваний, экспертиза качества медицинской помощи» и абзац 9 «управление здоровьем и средой обитания человека, его здоровое и безопасное питание, активное долголетие» пункта «2. Биологические, медицинские, фармацевтические и химические технологии и производства»).

В результате успешного выполнения научно-исследовательских работ по 37 заданиям программы будут усовершенствованы гигиенические критерии оценки воздействия факторов среды обитания человека на основании комплекса экспериментальных, натурных и эпидемиологических исследований и анализа риска с целью профилактики неинфекционных заболеваний, а также обеспечения социально-гигиенического мониторинга; разработаны методы и тест-модели для выявления направленности, количественной оценки, экспериментального моделирования биологического действия факторов среды обитания человека различной природы, в том числе с использованием биомаркеров воздействия и эффекта, обеспечивающие их гигиеническое регламентирование и лабораторный контроль. Будет разработан и внедрен комплекс мероприятий по профилактике негативного воздействия факторов высокого риска формирования профессиональной и производственно обусловленной патологии, направленных на снижение заболеваемости работающего населения неинфекционными заболеваниями; научно обоснованы и разработаны здоровьесберегающие меры по оптимизации среды обитания, в том числе образовательной и жилой среды; ряд заданий направлены на методологическое сопровождение целей в области устойчивого развития Республики Беларусь.

В целом в итоге выполнения ОНТП «Гигиеническая безопасность» будут разработаны и научно обоснованы 55 новшеств, в числе которых 32 Инструкции по применению, 14 Методик выполнения измерений, 8 технических нормативных правовых актов (см. табл.).

Таблица. — Конечная научно-техническая продукция, разрабатываемая по результатам выполнения заданий ОНТП «Гигиеническая безопасность» (2019–2023)

Конечная научно-техническая продукция	Количество научно-технической продукции по годам и всего						
	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Всего
ТНПА	–	–	–	2	6	–	8
База данных	–	–	–	1	–	–	1
Инструкция по применению	–	–	2	4	24	2	32
Методика выполнения измерений	1	1	5	4	2	1	14
ИТОГО	1	1	7	11	32	3	55

В ходе реализации заданий программы будет усовершенствована система мониторинга безопасности воды централизованных систем питьевого водоснабжения по содержанию летучих химических веществ, разработана многофакторная критериальная оценочная модель интегральной оценки рисков здоровью, ассоциированных с водопользованием, уровней и критериев приемлемого интегрального риска для комплексной гигиенической оценки водопользования на административной территории. Внедрение нового метода количественной оценки риска здоровью, ассоциированного с микробиологическим фактором в питьевой воде, позволит повысить надежность оценок безопасности воды централизованных систем водоснабжения в 3–4 раза, информативность лабораторных исследований по микробиологическим показателям — в 3 раза, принятия долгосрочных решений о выборе технологии водоподготовки — в 3–4 раза, снизить риск развития потенциальных водно-ассоциированных заболеваний — на 3–5%. Впервые в Республике Беларусь будут обоснованы критерии и метод оценки воздействия мелкодисперсных твердых частиц дисперсностью 10 и 2,5 микрон на здоровье населения по критериям риска формирования дополнительных случаев заболеваемости и смертности населения. Разработан метод оценки риска здоровью населения, обусловленного воздействием мелкодисперсных твердых частиц дисперсностью 10 и 2,5 микрон в атмосферном воздухе населенных пунктов, определяющих, по данным ВОЗ, до 50% случаев смертности и заболеваемости, ассоциированных с качеством среды обитания человека в глобальном и региональном контексте. Метод направлен на адаптацию и развитие методической базы для реализации показателя 11.6 ЦУР на период до 2030 г. «Уменьшение негативного воздействия загрязнения атмосферы городов мелкодисперсными твердыми частицами». Будут разработаны методики оценки достижения Республикой Беларусь ЦУР 3.9.2. «Смертность от отсутствия безопасной воды, безопасной санитарии и гигиены». Использование разработок позволит оценить дополнительные случаи заболеваемости и смертности населения, ассоциированные с загрязнением атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми частицами, обосновать приоритетные мероприятия по минимизации негативного воздействия загрязнения атмосферного воздуха на здоровье населения, что впоследствии приведет к снижению риска возникновения заболеваемости, связанной с загрязнением атмосферного воздуха, на 5%.

В рамках гигиенической регламентации безопасности продукции впервые в стране будет разработана методология оценки риска здоровью населения, ассоциированного с комплексным поступлением парабиенов в организм, включающая метрологически подтвержденные методики выполнения измерений (далее — МВИ), содержащие методы определения наличия парабиенов в продуктах питания и косметической продукции, метод оценки риска здоровью при комплексном пути поступления. Применение разработок будет способствовать снижению риска развития заболеваемости населения, связанной с поступлением химических веществ, оказывающих влияние на работу эндокринной системы, на 3%. Впервые в Республике Беларусь будут разработаны методы оценки и управления риском здоровью, ассоциированным с остаточными количествами антибиотиков в пищевой продукции, разработана методика определения сульфадимезина в пищевой продукции. Ожидается повышение эффективности государственного санитарного надзора за обращением продукции животного происхождения, потенциально содержащей остаточные количества антибиотиков, за счет внедрения качественно нового риск-ориентированного подхода, что будет способствовать повышению безопасности пищевой продукции.

В результате планируемых исследований будет разработан ряд лабораторных методов оценки факторов среды обитания. Так, внедрение методов определения числа микроорганизмов и качественного выявления золотистого стафилококка в воздушной среде помещений организаций здравоохранения разных классов чистоты в практику работы санитарно-эпидемиологической службы позволит повысить эффективность контроля биологического фактора воздушной среды, получить объективную характеристику биологических рисков здоровью работников и пациентов организаций здравоохранения. Внедрение разрабатываемой МВИ одновременного измерения концентраций вулканита, сульфенамида Ц, ацетофенона, агидола-40 в водных вытяжках из полимерных товаров для новорожденных, обладающей высокой чувствительностью и точностью, низкой себестоимостью, сокращением времени проведения анализа в 3 раза, в модельные среды и пищевые продукты в лабораторную практику позволит с высокой степенью достоверности контролировать резиново-латексные товары потребления по показателям безопасности, особенно изделия детского и медицинского ассортимента, что будет способствовать сохранению и укреплению здоровья. Разработанная МВИ концентрации сероуглерода в воде позволит определять содержание сероуглерода в водах различного назначения фотометрическим методом, который является селективным, более простым в исполнении и менее затратным по сравнению с применяемым в настоящее время газохроматографическим, получать данные о содержании сероуглерода в питьевых, природных и сточных водах на территории Республики Беларусь.

В области профилактики профессиональной и производственно обусловленной патологии будут разработаны новые гигиенические нормативы содержания аэрозолей сухого молока и пищевых казеинатов, методики их контроля в воздухе рабочей зоны, использование которых обеспечит снижение степени алергоопасности условий труда с потенциально высокого уровня до малоопасного (с 9 баллов до 4–5 баллов) и снижение уровня производственно обусловленной заболеваемости у работников предприятий пищевой промышленности с 30 до 1 %. Внедрение методики оценки степени выраженности гено- и цитотоксического действия веществ для обоснования коэффициента запаса при гигиеническом нормировании мутагенов в воздухе рабочей зоны позволит повысить степень обоснованности безопасности гигиенических нормативов и методик их контроля в воздухе рабочей зоны на 45 %, сократить затраты на экспериментальные исследования на 45 %. Впервые в стране будут обоснованы гигиенические критерии безопасности спектрального состава световой среды, формируемой искусственными источниками света на рабочих местах в помещениях зданий и сооружений, внедрение которых будет способствовать снижению уровня нарушений функций зрительного анализатора и повышению трудоспособности работающих посредством повышения полноты гигиенической оценки спектрального состава световой среды, формируемой искусственными источниками света на рабочих местах, на 20–40 %.

В ходе разработки здоровьесберегающих мер по оптимизации среды обитания использование новых методов санитарно-гигиенической оценки проектных решений по установлению границ санитарно-защитных зон (далее — СЗЗ) объектов и комплексной гигиенической оценки планировочных мероприятий, предлагаемых в отношении СЗЗ, позволит повысить достоверность и точность санитарно-гигиенической оценки проектных решений по установлению границ СЗЗ объектов на 45–65 % и комплексной гигиенической оценки планировочных мероприятий для территорий, расположенных в зонах воздействия умеренно опасных, опасных и высокоопасных источников (объектов), на 65 %; снизить уровень риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха на 5–15 %. Разработка гигиенического норматива, содержащего допустимые значения параметров факторов спелеосреды, и алгоритма по управлению параметрами спелеосреды и обеспечению устойчивой эксплуатации подземных отделений ГУ «Республиканская больница спелеолечения» будет способствовать сохранению качественных характеристик ее целебной природной спелеосреды. Внедрение разработок позволит улучшить эффективность контроля качества спелеосреды на 30 % и обеспечить эффективную эксплуатацию подземных отделений больницы на 40 %. Внедрение нового метода оценки потенциального риска здоровью населения и метрологически аттестованного метода измерений, обусловленных воздействием электромагнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц, в практику государственного санитарного надзора позволит уменьшить риск прироста неинфекционной заболеваемости населения, обусловленного воздействием электромагнитных полей тока промышленной частоты 50 Гц, на 3 %, улучшить эффективность контроля на 25–30 % и повысить точность гигиенической оценки указанного неблагоприятного физического фактора на 15–30 %. Внедрение разрабатываемого метода гигиенической оценки соответствия ученической мебели физическому развитию младших школьников в современных условиях позволит увеличить соответствие функциональных размеров ученической мебели росту-возрастным характеристикам учащихся на-

чальных классов общеобразовательных учреждений на 5,0–10,7 %, что будет способствовать снижению распространенности патологии зрительного анализатора на 10,0–10,2 %, патологии опорно-двигательного аппарата у учащихся на 10,0–12,1 %.

Полученные результаты будут внедрены в деятельность организаций здравоохранения, органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, органов управления здравоохранением, государственных медицинских, фармацевтических научных организаций, а также государственных учреждений образования, осуществляющих подготовку, повышение квалификации и (или) переподготовку специалистов с высшим или средним специальным медицинским, фармацевтическим образованием.

Социально-экономический эффект от внедрения разработок программы будет заключаться в обеспечении возможности снижения рисков развития неинфекционных заболеваний, ассоциированных с влиянием негативных факторов среды обитания, на 5 %; риска развития профессиональной патологии и инвалидизации: от воздействия физических и химических производственных факторов по машиностроительной отрасли — не менее чем на 1 %; профессиональной аллергопатологии при воздействии актуальных биологических загрязнителей — до 1 %; рисков развития заболеваний, ассоциированных с влиянием химических загрязнителей, в том числе для уязвимых групп населения, — до 3 %; распространенности нарушений осанки у детей и подростков — на 5 %, в долгосрочной перспективе — снижения заболеваемости и инвалидизации трудоспособного населения; сокращения продолжительности исследований в среднем на 10–15 %; разработки метрологически аттестованных методик выполнения измерений с приемлемыми характеристиками (стандартное отклонение повторяемости, предел повторяемости, расширенная неопределенность и др.) для широкого внедрения в практику работы лабораторий организаций, осуществляющих государственный санитарный надзор.

Таким образом, результаты научных исследований по проблемам гигиены, токсикологии и медицинской профилактики создают основу для разработки мероприятий по предупреждению неблагоприятного воздействия среды обитания на состояние здоровья населения.

Поступила 11.11.2020

## **ТРЕБОВАНИЯ И ПОДХОДЫ К ПРОВЕДЕНИЮ ИСПЫТАНИЙ СРЕДСТВ ИНДИВИДУАЛЬНОЙ ЗАЩИТЫ ОРГАНОВ ДЫХАНИЯ**

*Сычик С.И., к. м. н., [rspch@rspch.by](mailto:rspch@rspch.by),  
Дроздова Е.В., к. м. н., [drozdoevaev@mail.ru](mailto:drozdoevaev@mail.ru),  
Федоренко Е.В., к. м. н., [afedorenko71@mail.ru](mailto:afedorenko71@mail.ru),  
Табелева Н.Н., к. м. н., [nntabeleva@mail.ru](mailto:nntabeleva@mail.ru),  
Шагун Е.В., [shagun09@mail.ru](mailto:shagun09@mail.ru),  
Столяренко В.А., [bstu12@mail.ru](mailto:bstu12@mail.ru)*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск, Республика Беларусь

Одним из элементов защиты здоровья населения и медицинских работников в условиях контакта и работы с биологическим фактором являются средства защиты органов дыхания (далее — СИЗОД), которые в зависимости от назначения могут быть классифицированы как изделия медицинского назначения, средства индивидуальной защиты, изделия санитарно-гигиенические.

В соответствии с рекомендациями Евразийской экономической комиссии от 12.11.2018 № 25 «О критериях отнесения продукции к медицинским изделиям в рамках Евразийского экономического союза» в случае, если СИЗОД предназначены производителем для защиты пациентов или медицинского персонала и применяются в медицинских целях, такая продукция относится к медицинским изделиям (например, маски медицинские). В соответствии с национальным законодательством Республики Беларусь маски и респираторы, предназначенные для использования в медицинских целях, также классифицируются как изделия медицинского назначения и подлежат государственной регистрации.

К изделиям медицинского назначения не относятся маски и респираторы для защиты органов дыхания от аэрозолей, паров и газов опасных и вредных веществ.

Министерством здравоохранения определено, что производителям масок медицинских необходимо осуществлять выпуск изделий либо в соответствии с требованиями ГОСТ Р 58396–2019 «Маски медицинские. Требования и методы испытаний», либо разработать технические условия, в которых устанавливаются требования к конструкции изделий (должны быть трехслойными), в том числе в части обязательного наличия фильтрующего элемента, обеспечивающего микробиологический барьер, а также показатели качества и методы их контроля. Указанные рекомендации изложены в письме Министерства здравоохранения от 15.05.2020 № 1–4–22/5988 «О представлении информации».

Дополнительно письмом Министерства здравоохранения от 02.06.2020 № 1–4–22/6616 «О рекомендуемых технических требованиях» определены рекомендуемые технические характеристики для использования отечественными производителями, согласно которым при разработке технических условий на маски медицинские из нетканых материалов должны быть отражены следующие параметры качества (эффективности) и безопасности масок медицинских: микробиологическая чистота (бионагрузка), биосовместимость, эффективность бактериальной фильтрации, воздухопроницаемость (дифференциальное давление), брызгоустойчивость, поверхностная плотность, прочность крепления средств фиксации.

Кроме того, обсуждаемые изделия медицинского назначения должны соответствовать требованиям законодательства Республики Беларусь в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения по показателям санитарно-гигиенической безопасности [1, 2], а именно:

- одориметрическим;
- санитарно-химическим (включают изучение уровней миграции химических веществ, например, формальдегида, ацетальдегида, в водную вытяжку, а также изучение интегральных показателей: рН водной вытяжки, перманганатная окисляемость, восстановительные примеси);
- токсикологическим (оценка раздражающего действия на кожные покровы и слизистые оболочки, сенсibiliзирующего действия);
- микробиологическим (микробиологическая чистота).

Функционирование общего рынка медицинских изделий в масштабах Евразийского экономического союза предусмотрено статьей 31 Договора о Евразийском экономическом союзе от 29 мая 2014 г.

В целях практической реализации указанных положений национальным законодательством Республики Беларусь ратифицировано Соглашение о единых принципах и правилах обращения медицинских изделий (изделий медицинского назначения и медицинской техники) в рамках Евразийского экономического союза.

В переходный период до 31 декабря 2021 г. регистрация медицинских масок может осуществляться в соответствии с национальным законодательством или Правилами регистрации и экспертизы безопасности, качества и эффективности медицинских изделий, утвержденными решением Совета Евразийской экономической комиссии от 12.02.2016 № 46. В связи с указанным исследование масок медицинских на соответствие законодательству Евразийского экономического союза [3] проводятся по показателям, которые определяются заявителем и согласовываются с испытательной лабораторией.

Маски как СИЗОД от химических и радиационных факторов (в том числе фильтрующие) являются объектом технического регулирования технического регламента Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» (ТР ТС 019/2011) и подлежат подтверждению соответствия в форме сертификации.

Указанным техническим регламентом установлены требования по следующим показателям гигиенической безопасности:

- одориметрическим (наличие и интенсивность запаха);
- санитарно-химическим показателям состояния водных вытяжек (запах, цветность, мутность, рН, изменение рН, окисляемость и др.);
- миграции вредных веществ в дистиллированную воду (исходя из состава материалов);
- токсиколого-гигиеническим (раздражающее действие на кожные покровы, раздражающее действие на слизистые оболочки, кожно-резорбтивное и сенсibiliзирующее действие);
- электризуемости материалов (напряженность электростатического поля).

С целью реализации населению санитарно-гигиенических масок через розничную и аптечную сеть при производстве данных изделий допускается применять СТБ 757–2001 «Изделия санитарно-гигиенические для медицинского персонала. Общие технические условия» и СТБ 638–2001 «Изделия штучные. Общие технические условия». При гигиенической оценке таких изделий полагаем возможным руководствоваться требованиями раздела 10 «Требования к материалам для изделий (из-

деля), контактирующих с кожей человека, одежде, обуви» Единых санитарно-эпидемиологических и гигиенических требований к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) с определением следующих показателей гигиенической безопасности:

- интенсивности запаха образца изделия;
- санитарно-химических;
- физико-гигиенических (гигроскопичность, воздухопроницаемость);
- напряженности электростатического поля;
- кожно-раздражающего действия;
- индекса токсичности.

Сравнительный анализ законодательства Республики Беларусь и Евразийского экономического союза позволил сформулировать следующие требования к маскам (медицинским, санитарно-гигиеническим и маскам для защиты органов дыхания от аэрозолей, паров и газов опасных и вредных веществ), которые представлены в таблице.

Таблица. — Сравнительный анализ требований, предъявляемых к маскам

Показатели	ТНПА					
	Медицинские маски				Средства индивидуальной защиты	Санитарно-гигиенические маски
	ГН1	18 раздел ЕСТ2	ГОСТ Р3	ТУ4	ТР ТС 0195	10 раздел ЕСТ6
Одориметрические	-	+	-	-	+	+
Органолептические (вытяжки)	-	+	-	-	+	-
Санитарно-химические	+	+	-	-	+	+
Раздражающее действие на кожные покровы	+	+	+	+	+	+
Раздражающее действие на слизистые оболочки	+	+	-	-	+	-
Кожно-резорбтивное действие	-	-	-	-	+	-
Сенсибилизирующее действие	+	+	+	+	+	-
Цитотоксичность	-	-	+	+	-	-
Индекс токсичности	-	-	-	-	-	+
Микробиологическая чистота	+	-	+	+	-	-
Воздухопроницаемость	-	-	+	+	-	+
Гигроскопичность	-	-	-	-	-	+
Эффективность бактериальной фильтрации	-	-	+	+	-	-
Брызгоустойчивость	-	-	+	+	-	-
Напряженность электростатического поля	-	-	-	-	+	+
Поверхностная плотность	-	-	-	+	-	-
Прочность крепления средств фиксации	-	-	-	+	-	-
<p>Примечания:</p> <p><sup>1</sup> ГН «Показатели безопасности изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых для их изготовления» (утв. постановлением Минздрава от 16.12.2013 № 128);</p> <p><sup>2</sup> Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (Глава II. Раздел 18. «Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике»);</p> <p><sup>3</sup> ГОСТ Р 58396–2019 «Маски медицинские. Требования и методы испытаний»;</p> <p><sup>4</sup> Технические условия на маски медицинские (рекомендации МЗ РБ);</p> <p><sup>5</sup> Технический регламент Таможенного союза «О безопасности средств индивидуальной защиты» (ТР ТС 019/2011);</p> <p><sup>6</sup> Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю) (Глава II. Раздел 10. «Требования к материалам для изделий (изделия), контактирующих с кожей человека, одежде, обуви»).</p>						

Таким образом, анализ действующего законодательства Республики Беларусь и Евразийского экономического союза свидетельствует об отсутствии единых требований, предъявляемых к маскам для защиты органов дыхания, и подходов к проведению их испытаний по показателям безопасности. В связи с изложенным для защиты здоровья населения и медицинских работников в условиях контакта и работы с биологическим фактором в Республике Беларусь необходима разработка унифицированных и научно обоснованных требований к СИЗОД в условиях текущей пандемии COVID-19 и защиты от биологического фактора в целом.

## Литература

1. Об утверждении Санитарных норм и правил «Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике», Гигиенического норматива «Показатели безопасности изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых для их изготовления» и признании утратившим силу постановления Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 22 ноября 2006 г. № 154: постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь 16 дек. 2013 г. № 128 // Сб. нормативных документов по изделиям мед. назначения и мед. технике. — Минск: ГУ РЦГЭиОЗ, 2014. — С. 3–23.

2. Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике [Электронный ресурс] // Единые санитарно-эпидемиологические и гигиенические требования к продукции (товарам), подлежащей санитарно-эпидемиологическому надзору (контролю): утв. решением Комиссии таможенного союза от 28.05.2010 № 299. — Гл. 2, разд. 18. — Режим доступа: <http://www.eurasiancommission.org/ru/act/techreg/depsanmer/sanmeri/Documents/раздел%2018%20ЕСТ.pdf>. — Дата доступа: 10.11.2020.

3. Общие требования безопасности и эффективности медицинских изделий, требований к их маркировке и эксплуатационной документации на них [Электронный ресурс]: утв. решением Совета Евразийской экономической комиссии от 12.02.2016 № 27. — Режим доступа: [https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01410216/cncd\\_17052016\\_27](https://docs.eaeunion.org/docs/ru-ru/01410216/cncd_17052016_27). — Дата доступа: 10.11.2020.

Поступила 10.11.2020

## ЭФФЕКТИВНОСТЬ МЕРОПРИЯТИЙ ПО ИНФОРМИРОВАНИЮ ДЕТЕЙ В ПРОФИЛАКТИКЕ ОСТРЫХ БЫТОВЫХ ОТРАВЛЕНИЙ, ВЫЗВАННЫХ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ, В РЕСПУБЛИКЕ МОЛДОВА

Тону Т. С., [t\\_manceva@mail.ru](mailto:t_manceva@mail.ru)

Национальное Агентство Общественного Здоровья, г. Кишинев, Республика Молдова

В последние десятилетия разнообразие химических веществ и соединений, используемых населением, стало предметом серьезных дискуссий в области общественного здоровья в связи с потенциальной угрозой для здоровья населения и возможностью вызывать острые отравления химической этиологии [1].

Острые бытовые отравления, в частности среди детей, представляют серьезную проблему как на глобальном, так и на национальном уровнях и являются одной из важнейших причин длительной госпитализации и смертельных исходов [2].

Исследования, проведенные Национальным институтом исследований и безопасности, показали, что в период 2009–2012 гг. Франция использовала 4,8 миллиона тонн химических веществ, которые считаются канцерогенными, мутагенными и токсичными для человека [3].

Согласно Всемирному докладу о предотвращении травм у детей, в 16 странах с высоким и средним уровнем доходов острые отравления занимают четвертое место после дорожных травм, пожаров и утоплений [4].

Уровень неумышленных отравлений со смертельным исходом в странах с низким уровнем дохода в четыре раза выше (2,0 случая на 100 тыс. детей), чем в странах с высоким уровнем дохода (0,5 случая на 100 тыс. детей) [4].

По данным ВОЗ, ежедневно 61 токсикологический центр всего мира помогает в чрезвычайных ситуациях, связанных с бытовыми отравлениями, и предоставляет информацию, способствующую

предотвращению отравлений. Это означает, что только 47 % государств — членом ВОЗ имеют токсикологический информационный центр со специально обученными специалистами по предотвращению отравлений или их тяжелых последствий [5].

К сожалению, Республика Молдова относится к тем странам, где такой центр пока не существует, но находится в процессе становления. Но для того, чтобы уменьшить или предотвратить острые бытовые отравления химической этиологии, специалисты общественного здравоохранения вместе с представителями Министерства здоровья, труда и социальной защиты, Министерства образования, культуры и исследований проводят мероприятия по предотвращению острых бытовых химических отравлений.

Целью данной работы является анализ эффективности мероприятий по информированию детей об острых отравлениях химической этиологии, организованных во время Международной и Национальной недель по их профилактике или предотвращению.

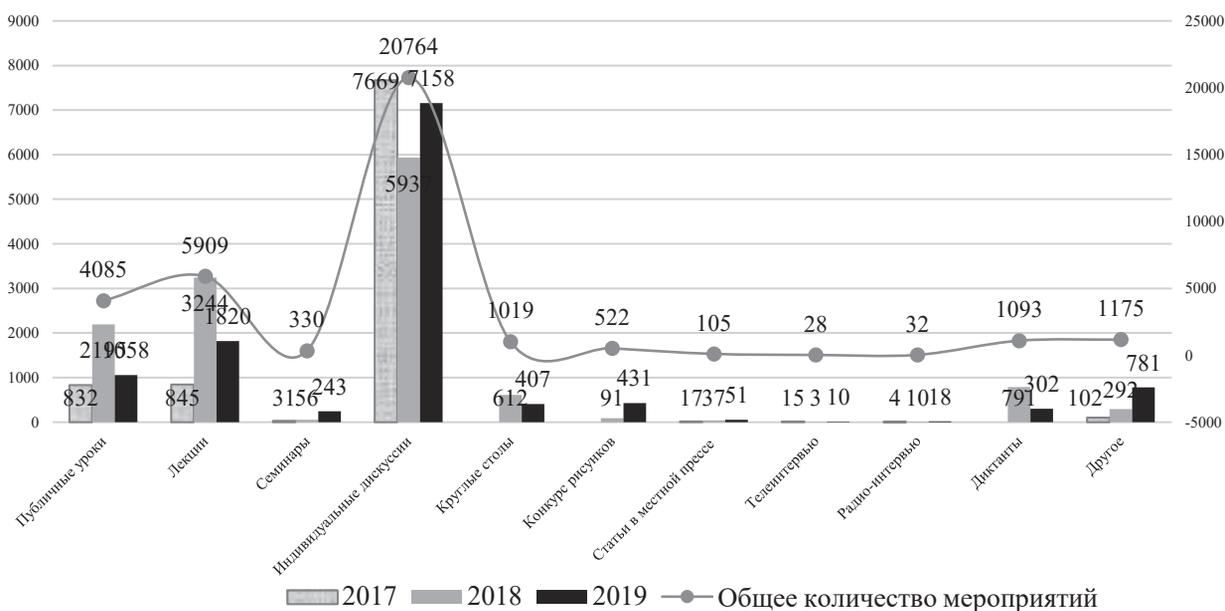
Был проведен ретроспективный анализ результатов Международной и Национальной кампаний по предотвращению острых бытовых отравлений химической этиологии в Республике Молдова за период 2017–2019 гг. В ходе исследования были проанализированы данные статистической формы ф. 50-сан. «Статистический отчет по укреплению здоровья и санитарному просвещению», утвержденной Приказом Министерства здравоохранения, труда и социальной защиты (далее — МЗТСЗ) № 1250 от 4 ноября 2019 г. Также были проанализированы статистические данные территориальных центров общественного здоровья (далее — ЦОЗ) согласно Модельному отчету об организации Национальной недели борьбы с острым экзогенным отравлением химическими веществами, утвержденному совместным приказом МЗТСЗ и Министерства образования, культуры и исследований (далее — МОКИ) № 972/1251 от 23.08.2018 г. В том числе согласно распоряжению МЗТСЗ № 543-д от 21.08.2017 был проведен ряд мероприятий.

В этом контексте начиная с 2013 г. Республика Молдова по рекомендациям ВОЗ и собственной инициативе организует Международную кампанию по предотвращению отравления свинцом. С 2016 г. по инициативе специалистов Национального агентства общественного здоровья в сентябре впервые была подготовлена и организована специалистами Министерства здравоохранения, труда и социальной защиты, территориальных ЦОЗ совместно со специалистами Министерства образования, культуры и исследований Национальная неделя борьбы с острыми экзогенными химическими отравлениями среди детей. Эти недели проводятся с целью информирования и повышения осведомленности детей о реальном и потенциальном риске воздействия химических веществ/соединений на здоровье путем повышения уровня их знаний в этой области, позволяющего избежать использования токсичных химикатов.

Согласно Приказу МЗТСЗ № 1250 от 4 ноября 2019 г., совместному приказу МЗТСЗ и МОКИ № 972/1251 от 23.08.2018 и распоряжению МЗТСЗ № 543-д от 21.08.2017 ежегодно в первую неделю сентября проводится Национальная неделя по предотвращению острых бытовых экзогенных химических отравлений, а в конце октября проводится Международная кампания по предотвращению отравления свинцом.

Согласно отчетам, представленным территориальными центрами общественного здоровья за период 2017–2019 гг., недели и кампании были проведены в 918 образовательных учреждениях, в которых обучаются 235 739 детей, из которых 8307 классов с 207 995 школьниками были проинформированы с целью повышения осведомленности детей о реальной опасности токсичных веществ, о мерах по предотвращению и надлежащему реагированию в случае химической аварии в образовательных учреждениях или в домашних условиях (к примеру, в г. Кишиневе 115 342 ученика, Хынчештском районе — 17 870 проинформированных учеников, в Оргееве — 14 044 ученика, в Унгенском районе — 10 849 учеников и т. д.). В рамках кампаний за 3 года по всей стране было проведено 4085 открытых уроков и 5909 лекций, организованных специалистами государственных медицинских учреждений, Центров здоровья, ЦОЗ и территориальных образовательных учреждений. Для информирования детей были опубликованы 1073 бюллетеня здоровья, информационные табло, плакаты, путеводители для родителей, медицинских работников, состоялись 28 телеинтервью и 32 радиointервью. Для достижения целей информирования и просвещения детей относительно вредного воздействия химических веществ, последствий экзогенных острых интоксикаций химической этиологии, мер по их предупреждению специалисты территориальных ЦОЗ организовали также 1019 круглых столов и других мероприятий (рисунок 1).

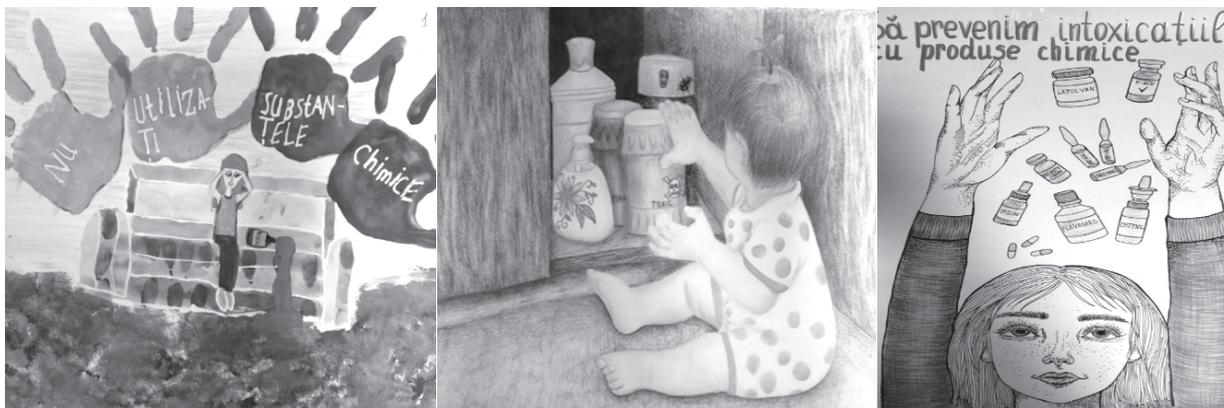
Кроме того, для учащихся младших, средних и старших классов был организован конкурс рисунков/плакатов на тему ограничения доступа детей к химикатам, который первоначально проводился на районном уровне, в территориальных ЦОЗ с определением 3 лучших работ по каждой



**Рисунок 1. — Число мероприятий, проведенных в рамках кампаний по укреплению здоровья детей в Республике Молдова в 2017–2019 гг.**

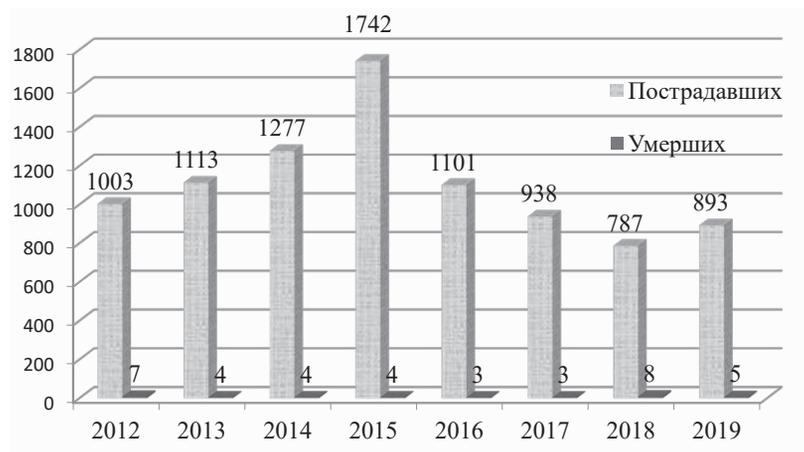
территории, лучшие из которых были впоследствии представлены на выставке, оценены и награждены на республиканском уровне в Национальном Агентстве Общественного Здоровья.

В результате оценки работ детей начальных, средних и старших классов в рамках Национального конкурса выбраны победители, которые были награждены дипломами и подарками, предоставленными страновым офисом ВОЗ: 1 место — 3 ученика, 2 место — 4 ученика, 3 место — 5 учеников. Лучшие результаты представлены на рисунке 2.



**Рисунок 2. — Авторские работы детей, занявшие первые места**

В результате анализа данных по острым бытовым отравлениям химической этиологии у детей можно сделать вывод, что эти кампании имеют большой позитивный эффект. Осведомленность детей о надлежащем использовании химических веществ привела к сокращению количества острых химических отравлений с 1742 случаев в 2015 г. до 938 отравлений в 2017 г., а в 2018 г. — 787 случаев (рисунок 3).



**Рисунок 3. — Число острых бытовых отравлений среди детей в Республике Молдова в период 2012–2019 гг.**

С целью еще большего снижения или предотвращения воздействия факторов риска, связанных с химическими веществами, специалисты Национального Агентства Общественного Здоровья продолжают информировать население, и в частности несовершеннолетних, с привлечением средств массовой информации, образовательных учреждений для повышения осведомленности детей об опасном воздействии химических веществ и о мерах по предотвращению отравлений.

### Литература

1. Prevention of acute chemical poisonings: high-risk circumstances: report on a joint WHO/IPCS/CEC meeting, Münster, 8–12 December 1986. — Copenhagen: World Health Organization Regional Office for Europe, 1987. — 43 p. — (Environmental Health Series; № 28).
2. Эфендиев, И. Н. Острые отравления у детей в Азербайджанской Республике / И. Н. Эфендиев, Н. А. Гусейнова // Eurasian Journal of clinical sciences. — 2018. — Т. 1, № 4. — С. 8–15.
3. Intoxicațiile cu pesticide și bolile ocupaționale la muncitorii din Republica Moldova / I. Eftodii [et al.] // Sănătate Publice, Economice și Management în Medicină. — 2014. — Vol. 3, iss. 54. — P. 36–39.
4. World Report on Child Injury Prevention / World Health Organization; eds.: M. Peden [et al.]. — Geneva, 2008. — 231 p.
5. WHO/World directory of poisons centres. Situation as of February 2019. Global Health Observatory (GHO) data [Electronic resource]. — Mode of access: [https://www.who.int/gho/phe/chemical\\_safety/poisons\\_centres\\_text/en/](https://www.who.int/gho/phe/chemical_safety/poisons_centres_text/en/). — Date of access: 29.10.2020.

Поступила 02.11.2020

# ПРАКТИКА ГИГИЕНЫ И ТОКСИКОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ. ТЕЗИСЫ

## СОВРЕМЕННЫЕ ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ГИГИЕНИЧЕСКОЙ БЕЗОПАСНОСТИ ИЗДЕЛИЙ МЕДИЦИНСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ

*Грынчак В. А., к. м. н., grinchakva@gmail.com,  
Штурич А. А., pet520@tut.by,  
Ланно Л. Г., lida\_lappo@bk.ru,  
Протасевич У. С., us.toxlab@gmail.com*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Целью и задачами исследования являлось изучение национальных и международных подходов к оценке гигиенической безопасности изделий медицинского назначения, в том числе методов исследований, технических нормативных правовых актов.

В Республике Беларусь гигиенические требования безопасности, предъявляемые к изделиям медицинского назначения, медицинской технике и материалам для их изготовления, установлены Санитарными нормами и правилами «Требования к изделиям медицинского назначения и медицинской технике», Гигиеническим нормативом «Показатели безопасности изделий медицинского назначения, медицинской техники и материалов, применяемых для их изготовления», утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 16.12.2013 № 128, а также дополнениями и изменениями, утвержденными постановлениями Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 22.11.2017 № 102 и от 16.10.2019 № 72. Оценка безопасности и безвредности для человека медицинских изделий проводится на основании результатов исследований в соответствии с гигиеническими нормативами по показателям стерильности и микробиологической чистоты, интегральным санитарно-химическим показателям, содержанию и миграции потенциально опасных химических веществ и их соединений, показателям безопасности биологического действия на тест-моделях *in vivo* и *in vitro*, параметрам физических факторов (инфразвук, ультразвук, инфракрасное, видимое, ультрафиолетовое, лазерное и рентгеновское излучения, электромагнитное и электростатическое поля, шум, вибрация и др.).

В декабре 2014 г. странами — участницами Евразийского экономического союза подписано Соглашение о единых принципах и правилах обращения медицинских изделий (изделий медицинского назначения и медицинской техники), положения которого вступили в силу с 01.01.2016 г. и направлены на гармонизацию законодательств в сфере обращения медицинских изделий, установление общих требований безопасности, качества и эффективности изделий медицинского назначения, единых правил их регистрации и организации мониторинга.

В зависимости от степени потенциального риска нанесения вреда здоровью пациентов, персонала, эксплуатирующего медицинские изделия, и иных лиц изделия медицинского назначения подразделяются на четыре класса, которые имеют обозначения 1, 2а, 2б и 3.

При классификации медицинского изделия учитываются его функциональное назначение и условия применения, а также следующие критерии: длительность применения; инвазивность медицинского изделия; наличие контакта медицинского изделия с телом человека или взаимосвязи с ним; способ введения медицинского изделия в тело человека (через отверстие тела или хирургическим путем); применение медицинского изделия для жизненно важных органов и систем (сердце, центральная система кровообращения, центральная нервная система); применение источников энергии.

Решением Евразийской экономической комиссии утверждены Правила проведения исследований (испытаний) с целью оценки биологического действия медицинских изделий. Испытания включают в себя проверку физико-химических, санитарно-химических, биологических показателей и проходят следующие этапы: анализ документов; отбор образцов (проб) и идентификация медицинского изделия (материалов, из которых изготовлено медицинское изделие и (или) принадлеж-

ности к медицинскому изделию); определение длительности контакта медицинского изделия и (или) принадлежностей к медицинскому изделию с поверхностью тела человека, его слизистыми оболочками, внутренними средами организма; проведение испытаний медицинского изделия (материалов, из которых изготовлено медицинское изделие и (или) принадлежности к медицинскому изделию), предусмотренных программой испытаний; оформление и выдачу заявителю протокола по результатам испытаний.

Медицинские изделия, контактирующие с кровью человека и ее компонентами, имплантируемые медицинские изделия, а также медицинские изделия, предназначенные для инъекционного введения лекарственных средств, подлежат обязательным исследованиям по показателям острой системной токсичности, цитотоксичности, раздражающего действия, на пирогенность, гемосовместимость, содержание бактериальных эндотоксинов. Выбор методов оценки биологического действия медицинских изделий основывается на категории медицинского изделия в зависимости от вида и длительности контакта с организмом человека.

Под биологическим действием медицинских изделий понимают комплекс факторов различного происхождения (химического, физического, микробиологического, радиологического и др.), индуцируемых медицинским изделием, каждый из которых может оказывать вредное воздействие на организм человека, контактирующего с изделием (пациент, медицинский работник, иные лица), за исключением факторов, которые индуцирует медицинское изделие с целью достижения заявленного медицинского эффекта.

Стандарты серии ISO 10993 «Оценка биологического действия медицинских изделий» являются руководящими документами для прогнозирования и исследования биологического действия медицинских изделий на стадии выбора материалов, предназначенных для их изготовления, а также для исследований готовых изделий. ГОСТ ISO 10993 «Изделия медицинские. Оценка биологического действия медицинских изделий: часть 1 «Оценка и исследования» является основополагающим в серии стандартов ISO 10993, а также определяющим документом по выбору методов оценки биологического действия.

Таким образом, в настоящее время специалисты в области исследований материалов и изделий медицинского назначения могут использовать современные международные методы и критерии гигиенической оценки безопасности медицинских изделий, изложенные в серии ISO 10993, используемые в развитых странах. Осуществление мониторинга безопасности, качества и эффективности медицинских изделий по единым правилам позволит выявлять фальсифицированные, контрафактные и недоброкачественные материалы и изделия медицинского назначения на территории стран — участниц Евразийского экономического союза.

Поступила 04.11.2020

## **О ПРОБЛЕМЕ ОЦЕНКИ УСТОЙЧИВОСТИ ПОЛИМЕРНЫХ МАТЕРИАЛОВ К ДЕЗИНФИЦИРУЮЩИМ СРЕДСТВАМ**

*Колеснева Е. В., к. б. н., [promtox@rcph.by](mailto:promtox@rcph.by),  
Богданов Р. В., к. м. н., [promtox@rcph.by](mailto:promtox@rcph.by),  
Василькевич В. М., к. м. н., [promtox@rcph.by](mailto:promtox@rcph.by)*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

Полимерные отделочные материалы способны приводить к химическому загрязнению воздушной среды помещений вследствие миграции вредных веществ. Особую актуальность этот вопрос приобретает в медицинских учреждениях, внутренние поверхности которых (пол, стены, двери, жесткая мебель, поверхности аппаратов, приборов и др.) подвергаются регулярной санитарной обработке химическим способом, основанным на применении дезинфекционных средств (далее — дезсредств). Систематическое химическое воздействие дезсредств на полимерные материалы может привести к нарушению защитного слоя и частичному растворению материалов, пластификации, химическому реагированию и абсорбированию химикатов и, как следствие, к неблагоприятному влиянию на самочувствие и состояние здоровья пациентов и персонала, связанному с неприятными

обонятельными ощущениями, рефлекторными реакциями, хроническим общетоксическим действием, а также с развитием специфического аллергенного, мутагенного, канцерогенного эффектов.

Таким образом, важным критерием выбора полимерных материалов для медицинских учреждений является их способность сохранять структуру и функциональные свойства при обработке дезсредствами. В связи с вышесказанным актуальной представляется оценка устойчивости полимерных материалов к дезинфекции.

В результате проведенного скрининга были сформированы группы объектов исследования используемых в ЛПУ полимерных отделочных материалов (ламинированная древесно-стружечная плита; ламинированная древесно-волоконистая плита; ламинированная древесно-волоконистая плита средней плотности (далее — МДФ); искусственная кожа; покрытие из стеклопластиков (на основе эпоксидных или полиэфирных смол); поливинилхлоридные линолеумы и плиты) и дезсредств (четвертичные аммониевые соединения («Гринdez»); третичные амины («Аминоцид»); производные гуанидинов («Беладез»); кислородактивные («Оксидез»); комбинированные («Дуацид»)).

Сущность оценки устойчивости к дезсредствам полимерных материалов заключалась в определении устойчивости материалов после воздействия основных групп дезинфектантов в течение заданного времени (через 1, 10 и 30 суток). Оценка устойчивости включала изучение изменения внешнего вида (окраска, форма) и структуры поверхности (появление пузырей, расслоение, сморщивание) полимерных материалов после обработки дезсредствами в условиях визуальной оценки и при помощи специальных приборов (спектрофотометр, блескомер); гигиеническую оценку результатов. В результате работы были выявлены полимерные отделочные материалы, наиболее устойчивые к статическому воздействию растворов дезсредств: ламинированная МДФ и стеклопластик. Используемый в работе комплекс методических приемов, включающий этапы пробоподготовки, оценку влияния повторных обработок дезсредствами на изменение внешнего вида и структуры поверхности полимерных материалов визуально и с использованием специальных приборов, гигиеническую оценку полученных результатов, позволяет выявить даже незначительные повреждения анализируемых полимерных материалов.

Стандартность используемых методических подходов, а также четкость и простота интерпретации результатов испытаний позволяют унифицировать методы оценки устойчивости полимерных материалов к дезсредствам. Полученные результаты были использованы при разработке методологии оценки устойчивости к дезсредствам полимерных материалов, подлежащих влажной дезинфекции.

Поступила 13.11.2020

## **СОВРЕМЕННЫЕ МЕТОДЫ ИЗУЧЕНИЯ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО САМООПРЕДЕЛЕНИЯ ЧЕЛОВЕКА В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ**

*Синякова О.К., [siniakovaok@mail.ru](mailto:siniakovaok@mail.ru),  
Толкач С.Н., [tolkach\\_01@tut.by](mailto:tolkach_01@tut.by)*

Республиканское унитарное предприятие «Научно-практический центр гигиены», г. Минск,  
Республика Беларусь

В современном мире индикатором успешности специалиста является его профессиональное здоровье. В настоящее время единой трактовки данного понятия не существует. Профессиональное здоровье можно рассматривать как процесс сохранения и развития регуляторных свойств организма, его физического, психического и социального благополучия, что обеспечивает высокую надежность профессиональной деятельности, профессиональное долголетие и максимальную продолжительность жизни (Бобровницкий И. П., Пономаренко В. А., 1991). С. А. Бугров под профессиональным здоровьем понимает свойство организма сохранять заданные компенсаторные и защитные механизмы, обеспечивающие работоспособность в условиях, в которых протекает профессиональная деятельность (Бугров С. А., 1993). Предлагается также рассматривать профессиональное здоровье как определенный уровень характеристик специалиста, отвечающий требованиям профессиональной деятельности и обеспечивающий ее высокую эффективность (Маклаков А. Г., 1996). При столь разных подходах общим является рассмотрение профессионального здоровья как интегрального качества в целостной системе «здоровье — работоспособность — эффективность».

Внимание к проблеме профессионального здоровья определяет необходимость налаживания в организованных трудовых коллективах валеологического сопровождения профессиональной деятельности, которое направлено на поддержание оптимального функционального состояния и высокой профессиональной работоспособности работников для повышения трудоспособности и эффективности работы организации в целом и подразумевает ряд мероприятий, направленных как на выявление факторов риска профессиональной деятельности, влияющих на состояние здоровья работающих, так и динамическую оценку функционального состояния и работоспособности, рациональное распределение специалистов по подразделениям, оптимизацию функционального состояния сотрудников, что будет способствовать созданию в организации или на предприятии здоровьесберегающей среды.

В реализации подобных направлений валеологического сопровождения профессиональной деятельности большую роль играет оценка соответствия способностей личности требованиям профессии. Процесс профессионального самоопределения наиболее эффективен на начальном этапе профессионального становления — на этапе выбора профессии, однако играет важную роль и на более поздних этапах — адаптации к профессиональной деятельности, формирования профессионально важных качеств.

Задачей исследования является выбор эффективных методов, позволяющих оценить процесс формирования личностью своего отношения к профессиональной деятельности и способ его реализации через согласование личностных и социально-профессиональных потребностей, которые можно использовать как на начальном этапе профессионального самоопределения, так и в организованных трудовых коллективах.

Для определения способности человека к выполнению профессиональных задач в клинической лаборатории профилактической медицины апробируется психодиагностическая модель по оценке личностных характеристик человека, отталкивающаяся от возможностей метода эгоскопии (Скоморохов А. А., 2009) и потенциальных возможностей интерпретации профиля смыслоэмоциональной значимости (Татырь А. Д., 2015).

Предлагаемая модель состоит из трех блоков, включающих в себя блок изучения профессиональной направленности и типа личности, блок изучения свойств нервной системы человека и блок анализа. Для объективизации полученных результатов параллельно происходит съем и оценка пиктополиграфических показателей — ЭКГ, кожно-гальванической реакции, фотоплетизмограммы. Данные показатели позволяют оценить эмоциональную значимость смысловых блоков опросных методик, входящих в разработанную модель.

В основе процедуры лежит метод эгоскопии, который базируется на совместном анализе трендов физиологических показателей и параметров поведенческой деятельности при выполнении конкретных заданий диагностических сценариев на специальном оборудовании — комплексе объективного психологического анализа и тестирования с биологически обратной связью «Эгоскоп». Комплекс позволяет изучить как психофизиологические компоненты высшей нервной деятельности, так и характерологические особенности и направленность личности. Данная процедура дополняется методами пиктополиграфии, которые обеспечивают количественный анализ показателей моторики руки, связанных с действиями испытуемого при тестировании, а также физиологических показателей, связанных с вегетативными и эмоциональными реакциями испытуемого. Получаемая дополнительная психодиагностическая информация гармонично встраивается в известные психологические и психофизиологические тесты и позволяет получить профили смыслоэмоциональной значимости.

Данные исследования позволяют оценить профессиональную направленность человека, его характерологические особенности применительно к выбранной профессиональной сфере, а также свойства нервных процессов, в частности, силу, уравновешенность и подвижность. Анализ данных показателей совместно с использованием данных интерпретации профиля смыслоэмоциональной значимости позволяет спрогнозировать характер организации динамического стереотипа испытуемого и в совокупности с характерологическими личностными особенностями и направленностью определить предпочтительную сферу профессиональной деятельности. Исходя из полученных данных, возможно дать рекомендации по организации режима труда и отдыха в выбранной профессиональной сфере с целью минимизировать влияние производственных факторов на развитие утомления.

В настоящее время данная модель используется в работе с населением в рамках программы «Помощь в профессиональном самоопределении», однако очевидны перспективы ее использования и в работе с организованными трудовыми коллективами в рамках валеологического сопровождения профессиональной деятельности.

## Содержание

<b>РАЗДЕЛ 1. ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И АНАЛИЗ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ. СТАТЬИ</b> .....	<b>3</b>
<hr/>	
<i>Арбузов И. В., Соловьева И. В., Баслык А. Ю., Кравцов А. В.</i> Комплексный подход к формированию благоприятной акустической обстановки городских территорий, обусловленной воздействием транспорта .....	3
<i>Валеев Т. К., Сулейманов Р. А., Ахмадеев А. В., Хазиахметов Р. М., Рахматуллин Н. Р., Бактыбаева З. Б., Рахматуллина Л. Р., Рафиков С. Ш.</i> Гигиеническая оценка риска здоровью населения, обусловленного загрязнением водоисточников нецентрализованного водоснабжения, на территориях нефтепереработки Республики Башкортостан .....	8
<i>Гошин М. Е., Демина Н. Н., Никитина Т. А.</i> Анализ влияния состояния окружающей среды на здоровье по результатам анкетного опроса жителей промышленного города .....	11
<i>Занкевич В. А., Дроздова Е. В., Просвирякова И. А., Долгина Н. А.</i> Риск здоровью населения, ассоциированный с воздействием тригалометанов в питьевой воде .....	13
<i>Захаренко Т. В., Сарапина Е. П., Соловьева И. В., Арбузов И. В., Кравцов А. В., Баслык А. Ю.</i> Ретроспективный анализ заболеваемости болезнями нервной системы населения, проживающего в зоне воздействия низкочастотных электрических и магнитных полей от воздушных линий электропередачи .....	17
<i>Марасанов А. В.</i> Анализ рисков здоровью на основе механизма влияния факторов среды обитания на организм человека .....	21
<i>Пережогин А. Н., Землянова М. А., Кольдибекова Ю. В.</i> Гигиеническая оценка качества атмосферного воздуха и заболеваемости детского населения региона с одновременным размещением крупного алюминиевого и деревообрабатывающего производств .....	25
<i>Петрова С. Ю., Ильюкова И. И., Людчик П. В., Гомолко Т. Н.</i> Анализ количества косметической продукции, используемой различными группами населения .....	28
<i>Соловей С. П., Денисевич Т. Л., Бельская М. И., Огурцова С. Э.</i> Оценка эффективности ингибиторов синтеза холестерина в зависимости от результатов фармакогенетического тестирования .....	30
<i>Сулейманов Р. А., Рахманин Ю. А., Малышева А. Г., Валеев Т. К.</i> Обоснование методических подходов по комплексной гигиенической оценке факторов среды обитания и управлению риском здоровью населения на территориях добычи и переработки нефти .....	33
<i>Федотова И. В., Зуев А. В., Некрасова М. М.</i> К вопросу об анализе рисков здоровью на основе раскрытия механизма влияния факторов среды обитания на организм человека: концептуальный подход .....	38
<i>Хуснутдинова Н. Ю., Репина Э. Ф., Тимашева Г. В., Смолянкин Д. А., Валова Я. В., Кудояров Э. Р.</i> Эколого-гигиеническое значение изменений микробиоценоза почвы минерального типа при нефтяном загрязнении .....	42
<i>Чайковская М. А.</i> Изучение взаимосвязи биоклиматических показателей тепловой чувствительности и вызовов скорой медицинской помощи на региональном уровне как инструмент для профилактики гипертонического криза .....	44

<i>Мтора Zuberi, Janeth Mbuta, Zanda Bochkaeva</i> Role of water sources in infectious disease distribution in rural Africa . . . . .	48
--	----

**ФАКТОРЫ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА  
И АНАЛИЗ РИСКОВ ЗДОРОВЬЮ.**

<b>ТЕЗИСЫ.</b> . . . . .	52
--------------------------	----

<i>Башура А. М., Коктыш И. В., Коктыш В. Т.</i> Содержание остеоассоциированных микроэлементов в синовиальной жидкости при деформирующих заболеваниях суставов . . . . .	52
---	----

<i>Вепринцев В. В., Кузьмин Д. В., Цепилова Т. М., Ярушин С. В.</i> Сравнение уровней загрязнения воздуха по расчетным данным и данным натуральных исследований в городе Нижний Тагил в рамках работ по федеральному проекту «Чистый воздух» . . . . .	53
---	----

<i>Загайнова А. В., Артемова Т. З., Трухина Г. М., Сухина М. А.</i> Гигиеническое нормирование качества и безопасности воды систем централизованного питьевого водоснабжения с учетом современной таксономии микроорганизмов . . . . .	55
---	----

<i>Мельникова Я. И., Коктыш И. В., Калугина Т. С., Кулакович О. С., Романенко А. А., Маскевич С. А.</i> Совершенствование аналитических характеристик иммунофлуоресцентного анализа простатического специфического антигена для целей массового скрининга и мониторинга населения . . . . .	57
--	----

<i>Пынзару Ю. В., Сырку Р. Ф., Берник В. П., Бебых В. П., Завтони М. Н.</i> Эндокринные разрушители — одна из проблем общественного здравоохранения Республики Молдова. . . . .	58
--	----

<i>Соколов С. М., Пшегорода А. Е., Ганькин А. Н.</i> Обоснование критериев определения риска здоровью при комплексном воздействии металлов и их соединений на организм человека . . . . .	59
--	----

<i>Соколов С. М., Ганькин А. Н., Позняк И. С., Пшегорода А. Е.</i> Сравнительная гигиеническая оценка степени многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха территорий по значениям фоновых концентраций . . . . .	61
---	----

<i>Сперанская Е. Ч., Маслова Г. Т., Полюхович Г. С., Приступа В. Ч.</i> Изучение влияния природных флавоноидов на свободно радикальные процессы в модельных условиях . . . . .	63
---	----

<i>Стынкэ К. А., Тону Т. С., Пынзару Ю. В.</i> Динамика летальности при острых непрофессиональных отравлениях химической этиологии в Республике Молдова. . . . .	64
---	----

<i>Хрипач Л. В., Бударина О. В., Князева Т. Д., Железняк Е. В., Коганова З. И., Маковецкая А. К., Сабирова З. Ф., Шипулина З. В.</i> Оценка вклада преобладающих направлений ветра в изменения неинвазивных показателей состояния организма детей дошкольного возраста под влиянием выбросов комплекса предприятий пищевой промышленности . . . . .	65
--	----

**РАЗДЕЛ 2. РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. СТАТЬИ . . . . .** 67

<i>Варфоломеева К. В., Кононенко Д. В., Седнев К. А., Кокоулина Е. С., Матвеева И. Г.</i> Содержание цезия-137 в грибах, произрастающих на участке радиоактивного загрязнения . . . . .	67
--	----

<i>Гусейнова Д. И., Сароко Н. В., Попова Е. Н.</i> Метод оценки доз облучения населения от радиоактивных сбросов АЭС в реку . . . . .	69
--	----

<i>Кляус В. В., Кочергина Н. С.</i> Организация радиационного мониторинга для защиты населения при аварии на АЭС . . . . .	71
---	----

<i>Копыльцова Е. В.</i> К вопросу о методах оценки рисков производства сельскохозяйственной продукции, не соответствующей нормативным требованиям по содержанию радионуклидов . . . . .	75
<i>Коровкина Э. П., Васильев Е. В., Орлов Ю. В., Дибиргаджиев И. Г., Бирюков А. П.</i> Факторы канцерогенной опасности как гигиеническая проблема охраны здоровья работников атомной промышленности . . . . .	80
<i>Кочергина Н. С., Кляус В. В.</i> Оценка доз облучения населения при возможной тяжелой радиационной аварии на Белорусской АЭС. . . . .	84
<i>Сароко Н. В., Роздяловская Л. Ф.</i> Дозы облучения населения при эксплуатации атомных электростанций с реактором ВВЭР . . . . .	88
<i>Чаховский П. А., Прус Н. Н.</i> Уровни загрязненности цезием- 137 лекарственного растительного сырья в Республике Беларусь . . . . .	92
<b>РАДИАЦИОННАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ. ТЕЗИСЫ . . . . .</b>	<b>95</b>
<i>Аветисов А. Р.</i> Дозы облучения щитовидной железы у жителей Лунинецкого района Брестской области в результате аварии на Чернобыльской АЭС . . . . .	95
<i>Бакарикова Ж. В.</i> Информирование населения о радиационной обстановке на территории Республики Беларусь . . . . .	96
<i>Давыдов А. А., Библин А. М., Васильева О. С.</i> Конкуренция рисков в общественном сознании: коронавирус и ионизирующее излучение . . . . .	98
<i>Дворник А. А., Сеглин В. Н., Бардюкова А. В., Куриленко Р. С., Шамаль Н. В., Король Р. А.</i> Многолетняя динамика загрязнения радионуклидами приземного воздуха в Гомельской области . . . . .	99
<i>Попова Е. Н., Сароко Н. В., Гусейнова Д. И.</i> Методическое обеспечение учреждений государственного санитарного надзора для проведения аварийного радиационного мониторинга вокруг атомных станций . . . . .	101
<i>Репин Л. В., Ахматдинов Р. Р., Библин А. М.</i> Оценка радиационного ущерба: подходы к учету степени тяжести несмертельных заболеваний . . . . .	103
<i>Роздяловская Л. Ф., Николаенко Е. В.</i> К вопросу о применении радиационного риска в системе радиационной защиты. . . . .	104
<i>Сосновский А. В.</i> Формирование доз облучения на население города Слуцка за счет радона в воздухе жилых помещений . . . . .	106
<b>РАЗДЕЛ 3. МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ. СТАТЬИ. . . . .</b>	<b>107</b>
<i>Азовскова Т. А., Вакурова Н. В., Лаврентьева Н. Е.</i> О показателях профессиональной заболеваемости в Самарской области с 2015 по 2019 год . . . . .	107
<i>Азовскова Т. А., Вакурова Н. В., Лаврентьева Н. Е.</i> О состоянии минеральной плотности костной ткани у водителей автотранспорта . . . . .	110
<i>Арабей С. В., Гиндюк А. В.</i> Состояние воздуха рабочей зоны на ряде рабочих мест при производстве жидких лекарственных средств. . . . .	113

<i>Бабанов С. А., Будаш Д. С.</i> Комплексная оценка состояния иммунного гомеостаза при прогнозировании течения профессиональных заболеваний дыхательной системы . . . . .	115
<i>Бабанов С. А., Байкова А. Г.</i> Профессиональная бронхиальная астма: наукометрическая оценка мировых исследований за 20-летний период . . . . .	118
<i>Безрукова Г. А., Новикова Т. А., Микеров А. Н.</i> Влияние тяжести труда на нозологический профиль профессиональных заболеваний работников базовых отраслей сельского хозяйства . . . . .	122
<i>Бобко Н. А., Довгопола С. П.</i> Влияние нарушений сна на функциональное состояние хирургов в условиях суточных дежурств . . . . .	126
<i>Бурмистрова О. В., Коньшина Т. А.</i> Физиолого-гигиеническая оценка защитных свойств средств индивидуальной защиты от электрических полей промышленной частоты, изготовленных из различных материалов . . . . .	129
<i>Валеева Э. Т., Каримова Л. К.</i> Оценка априорного и апостериорного риска развития профессионального заболевания у работников стекловолокна . . . . .	133
<i>Васильева Т. Н., Некрасова М. М., Скворцова В. А., Телюпина В. П.</i> Оценка жизнестойкости и мотивации к здоровью и здоровому образу жизни работниц промышленных предприятий. . . . .	136
<i>Волгарева А. Д., Шайхлисламова Э. Р., Гимранова Г. Г., Газизова Н. Р., Сагадиева Р. Ф., Маликова А. И.</i> Роль гемодинамических нарушений в развитии профессиональной потери слуха у работников добычи нефти . . . . .	139
<i>Галимова Р. Р., Шайхлисламова Э. Р., Волгарева А. Д., Чудновец Г. М.</i> Роль периодических медицинских осмотров в формировании групп риска по развитию профессиональных заболеваний от воздействия физических факторов . . . . .	141
<i>Кабирова Э. Ф., Борисова А. И., Каримов Д. О., Шайхлисламова Э. Р., Валова Я. В., Бакиров А. Б.</i> Применение дыхательной гимнастики в комплексном лечении больных с бронхолегочной патологией профессионального генеза . . . . .	144
<i>Клебанов Р. Д.</i> Гигиенические аспекты безопасного и эффективного применения метода ультрафиолетового обеззараживания в здравоохранении . . . . .	146
<i>Косяченко Г. Е., Гутич Е. А., Николаева Е. А., Микулич И. В.</i> Распространенность профессиональной пылевой патологии и совершенствование контроля воздуха рабочей зоны . . . . .	149
<i>Мулдашева Н. А., Каримова Л. К., Шайхлисламова Э. Р., Волгарева А. Д.</i> Обеспечение химической безопасности на нефтехимических предприятиях . . . . .	152
<i>Некрасова М. М., Федотова И. В., Васильева Т. Н., Зуев А. В., Трошин В. В., Полевая С. А., Парин С. Б.</i> Оценка адаптационного риска и персонифицированный мониторинг функционального состояния инженеров-проектировщиков при работе за компьютером . . . . .	155
<i>Николаева Е. А., Косяченко Г. Е.</i> Анализ нормативной правовой базы, устанавливающей требования к эксплуатации спелеостационаров в соляных и калийных рудниках. . . . .	157
<i>Сачек М. М., Новик И. И., Кратёнок В. Е., Писарик В. М., Хавратович В. М.</i> Анализ профессиональной заболеваемости медицинских работников и взрослого населения Беларуси. . . . .	161

<i>Толкач С. Н., Синякова О. К.</i> Практика использования профиля смысло-эмоциональной значимости в оценке перспектив профессионального благополучия работника . . . . .	163
<i>Умнягина И. А., Блинова Т. В., Страхова Л. А., Колесов С. А., Иванова Ю. В., Трошин В. В., Фомина Ю. Н.</i> Новый подход к ранней диагностике риска артериальной гипертензии у лиц молодого и среднего возраста, работающих во вредных условиях труда . . . . .	168
<i>Устьянцев С. Л.</i> Развитие энергофизиологии трудовых процессов для решения проблемы профессионального риска . . . . .	170
<i>Филонюк В. А., Шевляков В. В., Эрм Г. И.</i> Риск профессиональных аллергических поражений работников производства сухих пищевых дрожжей и их профилактика . . . . .	175
<i>Чернюк В. И., Бобко Н. А., Антонюк А. Ю.</i> Влияние возраста и стажа на электрическую активность сердца водителей грузовых автомобилей международного сообщения . . . . .	178
<i>Шайхлисламова Э. Р., Галлямова С. А., Урманцева Ф. А.</i> Опыт применения инъекций углекислого газа при терапии спондилогенного болевого синдрома у работников вредных профессий . . . . .	181
<i>Шастин А. С., Газимова В. Г.</i> Корпоративная медицина: предикативная, превентивная и персонализированная. Социальное партнерство науки и бизнеса . . . . .	184
<i>Шевляков В. В., Эрм Г. И.</i> Гигиеническая оценка потенциальной алергоопасности промышленных аэрозолей. . . . .	186
<i>Яцына И. В., Жадан И. Ю., Шеенкова М. В., Красавина Е. К.</i> Питание, как один из факторов, влияющих на здоровье работающих во вредных условиях труда . . . . .	189
<b>МЕДИЦИНА ТРУДА И ПРОФЕССИОНАЛЬНАЯ ПАТОЛОГИЯ. ТЕЗИСЫ . . . . .</b>	<b>193</b>
<i>Абдрахманова Е. Р., Галимова Р. Р., Кабирова Э. Ф., Борисова А. И., Хафизова А. С.</i> Состояние профессиональной аллергической заболеваемости в Республике Башкортостан . . . . .	193
<i>Бабанов С. А., Борисова Д. К.</i> Статистические показатели заболеваний, выявленных на периодических медицинских осмотрах в Самарской области в 2019 г. . . . .	194
<i>Бетц К. В.</i> Влияние профессионального отбора на показатели состояния здоровья работников опасных профессий. . . . .	195
<i>Вагапова Д. М., Бояринова Н. В., Гирфанова Л. В., Чурмантаева С. Х.</i> Выявление сердечно-сосудистой патологии у работников Белорецкого металлургического комбината на поликлиническом этапе . . . . .	196
<i>Гизатуллина Л. Г., Абдрахманова Е. Р., Масыгутова Л. М., Власова Н. В., Хафизова А. С.</i> Анализ микробной флоры верхних дыхательных путей у работников, занятых на предприятии АО «Белорецкий металлургический комбинат» . . . . .	198
<i>Егорова А. М., Колюка В. В.</i> Оценка профессионального риска здоровью от воздействия физических факторов . . . . .	199
<i>Жеглова А. В.</i> Актуальные вопросы совершенствования периодических медицинских осмотров рабочих машиностроения . . . . .	201

<i>Зеленко А.В., Семушина Е.А.</i> Роль скрининговой диагностики болезней системы кровообращения у работающих . . . . .	203
<i>Крючкова Е.Н., Сухова А.В., Преображенская Е.А.</i> Персонализированный мониторинг состояния здоровья работников при воздействии вредных факторов на основе оценки цитокинового индекса. . . . .	204
<i>Лапко И.В.</i> Профессионально обусловленные нарушения здоровья работников машиностроительного предприятия. . . . .	205
<i>Мартыросова В.Г.</i> К вопросу создания комфортной световой среды. . . . .	207
<i>Масягутова Л.М., Ахметшина В.Т., Хафизова А.С., Гизатуллина Л.Г., Власова Н.В.</i> Оценка состояния здоровья работников сельскохозяйственного производства по результатам углубленного обследования . . . . .	208
<i>Мелентьев А.В.</i> Влияние производственных факторов на исходный уровень кардиоваскулярного риска у работающих во вредных условиях труда . . . . .	209
<i>Острякова Н.А., Бабанов С.А.</i> Синдром эмоционального выгорания у медицинских работников, оказывающих медицинскую помощь пациентам с новой коронавирусной инфекцией COVID-19 . . . . .	210
<i>Панков В.А., Лахман О.Л., Рукавишников В.С., Кулешова М.В.</i> Современные проблемы труда медицинских работников в условиях пандемии COVID-19. . . . .	212
<i>Сухова А.В., Преображенская Е.А., Крючкова Е.Н.</i> Профессиональное здоровье работников горно-обогатительных комбинатов . . . . .	214
<i>Трошин В.В., Рудой М.Д., Сорокина Е.И.</i> Скрининговая оценка трудоспособности в ходе периодических медицинских осмотров и у больных профессиональными заболеваниями . . . . .	216
<i>Трубецков А.Д., Поздняков М.В.</i> Автоматизированное определение возможной интенсивности явлений «эффекта здорового рабочего» в различных производствах . . . . .	217
<i>Туков А.Р., Гурьев А.В., Калинина М.Ю.</i> Болезни непрофессионального генеза у лиц, страдающих профессиональной нейросенсорной тугоухостью . . . . .	218
<i>Умнягина И.А., Иванова Ю.В., Блинова Т.В., Страхова Л.А.</i> Содержание кардиоспецифических антител у работающих в условиях воздействия промышленных аэрозолей . . . . .	219
<i>Урманцева Ф.А., Маликова А.И., Газизова Н.Р.</i> Современный подход к реабилитации профессиональных заболеваний костно-мышечной и периферической нервной системы . . . . .	221
<b>РАЗДЕЛ 4. ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. СТАТЬИ. . . . .</b>	<b>223</b>
<i>Березина Н.О.</i> Особенности жизнедеятельности обучающихся старших классов в условиях цифровой среды . . . . .	223
<i>Выборная К.В., Семенов М.М., Захарова М.Ф., Лавриненко С.В., Раджабкадиев Р.М., Никитюк Д.Б.</i> Контроль компонентного состава тела как фактор здоровьесбережения девочек, занимающихся художественной гимнастикой . . . . .	226

<i>Жиров К. С.</i> Факторы риска формирования заболеваний сердечно-сосудистой системы у учащихся средних профессиональных образовательных организаций по специальности «швея» . . . . .	230
<i>Новикова И. И., Кузьменко М. А., Зубцовская Н. А.</i> Изучение особенностей зрительных функций школьников в условиях учебной нагрузки . . . . .	232
<i>Новикова И. И., Гавриш С. М., Зубцовская Н. А., Ивлева Г. П., Сорокина А. В.</i> Сравнительная оценка успеваемости, нарушений здоровья и функционального состояния школьников в условиях ограничений использования устройств мобильной связи. . . . .	235
<i>Рапопорт И. К.</i> Нарушения здоровья и физического развития учащихся в школьном онтогенезе: распространенность и течение патологических процессов . . . . .	237
<i>Рахматуллина Л. Р., Валеев Т. К., Сулейманов Р. А.</i> Влияние социальных детерминант на состояние здоровья детского населения Республики Башкортостан . . . . .	241
<i>Храмцов П. И., Моргачев О. В.</i> Гигиеническая оценка влияния дифференцированной по полу организации физического воспитания на психоэмоциональное состояние младших школьников. . . . .	245
<b>ГИГИЕНА ДЕТЕЙ И ПОДРОСТКОВ. ТЕЗИСЫ . . . . .</b>	<b>248</b>
<i>Борисова Т. С.</i> Гиподинамия как триггер нарушений состояния здоровья современных школьников . . . . .	248
<i>Волох Е. В.</i> Гигиеническая характеристика двигательной активности учащихся учреждений образования разных типов . . . . .	249
<i>Гозак С. В., Елизарова Е. Т., Станкевич Т. В., Парац А. Н.</i> Оценка индивидуального риска для здоровья детей среднего школьного возраста . . . . .	251
<i>Грекова Н. А., Арбузов И. В.</i> Требования к организации локальной сети беспроводного широкополосного доступа в учреждениях образования . . . . .	252
<i>Корепанов А. Л.</i> Физическая работоспособность и энергообмен у мальчиков-подростков . . . . .	254
<i>Кушнерук А. В., Самохина Н. В.</i> Гигиеническая оценка образа жизни студенческой молодежи . . . . .	255
<i>Маврина Л. Н.</i> Гигиена умственного труда в школе: процесс развития утомления и переутомления у подростков. . . . .	256
<i>Мирская Н. Б.</i> Современные информационные технологии в формировании здоровьесберегающих компетенций у обучающихся . . . . .	257
<i>Мыльникова И. В., Гавриш С. М.</i> Динамика первичной алиментарно-зависимой заболеваемости детского населения некоторых территорий Сибирского Федерального округа . . . . .	259
<i>Новикова И. И., Лобкис М. А.</i> Итоги мониторинга и оценка эффективности ограничительных мероприятий по использованию устройств мобильной связи в общеобразовательных организациях . . . . .	260
<i>Полянская Ю. Н., Грекова Н. А., Карпович Н. В.</i> Современные средства информатизации в режиме дня школьников . . . . .	262

<i>Пряничникова Н.И., Мажаева Т.В.</i> Избыточная масса тела родителей и нерациональное питание как фактор риска избыточного веса у детей. . . . .	263
<i>Самохина Н.В., Кушнерук А.В.</i> Распространенность поведенческих факторов риска нарушений осанки среди подростков и молодежи . . . . .	265
<i>Юрк Д.Е.</i> Оценка адаптационного потенциала детей, задействованных в летнем оздоровительном отдыхе . . . . .	266
<b>РАЗДЕЛ 5. ГИГИЕНА ПИТАНИЯ. СТАТЬИ. . . . .</b>	<b>267</b>
<i>Аллаярова Г.Р., Афонькина С.Р., Даукаев Р.А., Зеленковская Е.Е., Фазлыева А.С., Курилов М.В.</i> Оценка влияния температурной обработки на показатели качества и безопасности натурального меда . . . . .	267
<i>Долгина Н.А., Федоренко Е.В., Лавринович Н.А., Федорова Т.А.</i> Сравнительный анализ уровней полициклических ароматических углеводов в пищевой продукции, изготовленной с использованием различных технологических процессов . . . . .	270
<i>Дребенкова И.В.</i> Исследование содержания макро- и микроэлементов в чае и чайных напитках методом атомно-эмиссионной спектрометрии. . . . .	272
<i>Истомин А.В., Сааркоппель Л.М.</i> Современные гигиенические проблемы фактического питания населения . . . . .	275
<i>Кедрова И.И., Дурманова С.А., Федоренко Е.В.</i> Критерии и подходы к гигиенической оценке специализированной пищевой продукции. . . . .	278
<i>Кешабянц Э.Э., Денисова Н.Н.</i> Анализ частоты потребления различных групп пищевых продуктов у детей 3–13 лет. . . . .	281
<i>Кобелькова И.В., Семенов М.М., Кобелькова М.С.</i> Содержание витамина D в крови как показатель пищевого статуса высококвалифицированных хоккеисток . . . . .	284
<i>Крупкина А.М., Спивак А.С.</i> Компонентный состав тела и его корреляция с питанием школьников. . . . .	286
<i>Кузьмин С.В., Русаков В.Н., Есаулова О.В., Синицына О.О., Истомин А.В., Ананьев В.Ю., Горский А.А., Кузьмина Е.А., Ведилина М.Т.</i> Актуальные аспекты радиационного облучения пищевой продукции. . . . .	289
<i>Романенко С.П., Новикова И.И., Лобкис М.А.</i> Гигиеническая оценка питания и здоровья воспитанников кадетских корпусов . . . . .	292
<i>Семенов М.М., Лапик И.А., Шаталова М.А., Выборная К.В., Лавриненко С.В., Раджаббадиев Р.М., Зайнудинов З.М., Никитюк Д.Б.</i> Морфофункциональные характеристики пациентов с алиментарно-зависимой патологией . . . . .	296
<i>Федоренко Е.В., Величко О.О.</i> Методы изучения потребления соли . . . . .	299
<i>Хисматуллин Д.Р.</i> Оценка влияния уровней поступления биологически значимых веществ на показатели иммунитета человека . . . . .	304
<i>Цыганков В.Г., Курченко В.П., Головач Т.Н., Бондарук А.М., Чудновская Е.В.</i> Антиоксидантные свойства мультикомпонентных композитов на основе β- и γ-циклодекстринов . . . . .	307

<i>Цыганков В. Г., Курченко В. П., Головач Т. Н., Бондарук А. М., Чудновская Е. В., Капустин М. А., Журихина Л. Н., Осипова Т. С., Свинтилова Т. Н.</i>	
Получение клатратов β-циклодекстрина с продуктами ферментативного гидролиза белков коровьего молока, характеристика пептидного состава и токсиколого-гигиенических свойств . . . . .	311
<b>ГИГИЕНА ПИТАНИЯ. ТЕЗИСЫ . . . . .</b>	<b>314</b>
<hr/>	
<i>Аминова О. С., Уварова Ю. Е., Тятенкова Н. Н.</i>	
Особенности пищевых предпочтений у студенческой молодежи . . . . .	314
<i>Антропова Н. С., Водянова М. А.</i>	
Транслокация антибиотиков из почвы и безопасность пищевой продукции растительного происхождения . . . . .	315
<i>Ведилина М. Т.</i>	
Критически значимые пищевые вещества и возможности информирования населения о содержании их в продуктах . . . . .	317
<i>Завтони М. Н., Сырку Р. Ф., Опополь Н. И.</i>	
К вопросу загрязнения продуктов растительного происхождения хлорорганическими пестицидами в Республике Молдова . . . . .	319
<i>Седова И. Б., Аристархова Т. В., Тутельян В. А.</i>	
Результаты мониторинга за контаминацией фузариотоксинами продовольственного зерна в Российской Федерации: ситуация 2014–2018 гг. . . . .	320
<i>Кузьмин С. В., Русаков В. Н., Есаулова О. В., Сеницына О. О., Истомин А. В., Ананьев В. Ю., Горский А. А., Кузьмина Е. А., Тутельян О. Е., Шербаков Г. Д., Ведилина М. Т.</i>	
Концептуальные подходы гигиенического сопровождения внедрения технологий обработки пищевых продуктов ионизирующим излучением . . . . .	322
<i>Мажаева Т. В., Сеницына С. В., Козубская В. И.</i>	
Качество и безопасность пищевой продукции, реализуемой в предприятиях продовольственной торговли в зависимости от нарушений требований санитарного законодательства. . . . .	323
<i>Новикова И. И., Огудов А. С., Серенко Е. В., Чуенко Н. Ф., Семенихина М. В., Гавриш С. М.</i>	
Здоровьесберегающие эффекты экстракта листьев <i>Stevia rebaudiana</i> Bertoni. . . . .	325
<i>Огудов А. С., Чуенко Н. Ф.</i>	
Экспериментальные исследования стабильности содержания йода в пищевой йодированной соли . . . . .	326
<i>Русаков В. Н., Сеницына О. О., Стрекачева Л. В., Истомин А. В., Захаров К. Е., Ведилина М. Т.</i>	
Мероприятия по предупреждению развития инфекционных заболеваний в организациях торговли пищевыми продуктами в условиях пандемии COVID-19 . . . . .	328
<i>Семенов М. М., Лапик И. А., Никитюк Д. Б.</i>	
Соматотипологическая оценка пациентов с алиментарно-зависимой патологией . . . . .	329
<i>Соловьева Ю. В., Летучая Т. А., Горелова Ж. Ю.</i>	
Изучение пищевого поведения школьников и выбора дополнительного ассортимента питания (на примере школы / образовательного комплекса ЮАО г. Москвы) . . . . .	331
<i>Fedorenko E. V., Dalhina N. A.</i>	
Nitrosamines and polycyclic aromatic hydrocarbons in food: risk management approach. . . . .	333
<i>Федоренко Е. В.</i>	
Управление алиментарными вирусными рисками в рамках реализации санитарно-противоэпидемических мероприятий . . . . .	334

**РАЗДЕЛ 6. ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ  
И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ. СТАТЬИ . . . . . 335**

*Bakunovich A. A., Yarashenka Y. V., Melamed V. D., Astrowski A. A.*  
Assessment of the impact of temperature and time on the viability of skin autografts . . . . . 335

*Анисович М. В., Петрова С. Ю., Ильюкова И. И.*  
Исследование общетоксического и местного действия после имплантации материалов,  
применяемых для производства внутриматочных спиралей. . . . . 338

*Борис О. А., Ильюкова И. И., Камлюк С. Н.*  
Оценка опасности отходов для здоровья и окружающей природной среды расчетным  
методом. . . . . 342

*Васильева М. М.*  
Экспериментальное изучение токсических эффектов бисфенолов А и S в условиях  
однократного внутрижелудочного воздействия . . . . . 345

*Головащенко А. В., Калашников А. А., Харченко Т. Ф., Корниец Е. И.*  
Альтернативный метод определения токсичности парфюмерно-косметической  
продукции методом in vitro на кратковременной суспензионной культуре клеток  
крупного рогатого скота (обзор литературы). . . . . 349

*Журихина Л. Н., Осипова Т. С., Бондарук А. М., Цыганков В. Г., Свинтилова Т. Н.*  
Параметры токсичности экстрактов чабреца и душицы с использованием тест-объекта  
*Tetrahyumena pyriformis* . . . . . 351

*Зиатдинова М. М., Фазлыева А. С., Валова Я. В., Мухаммадиева Г. Ф., Каримов Д. Д., Смолянкин Д. А.*  
Изучение гепатопротекторного действия мексидола на модели токсического гепатита,  
индуцируемого парацетамолом. . . . . 354

*Кудояров Э. Р., Каримов Д. О., Галимова Р. Р., Байгильдин С. С., Валова Я. В., Хуснутдинова Н. Ю.*  
Особенности фрагментации ДНК лейкоцитов в группах здоровья работников  
нефтехимического предприятия . . . . . 357

*Лаппо Л. Г., Грынчак В. А.*  
Изучение токсического действия средства защиты растений на основе пиколинафена  
и пендиметалина на эндокринную систему белых крыс в подостром эксперименте . . . . . 359

*Миклис Н. И., Бурак И. И.*  
Гигиеническая характеристика электрохимически активированного средства  
«Анолит АНК». . . . . 361

*Петрова С. Ю., Ильюкова И. И., Полянских Е. И., Цемборевич Н. В.*  
Содержание парабенов в косметической продукции и продуктах питания отечественного  
и зарубежного производства . . . . . 364

*Позднякова М. А., Осипова Т. В., Феклина Т. Ю., Мамонтова Н. В.*  
О результатах токсикологического мониторинга на территории Нижегородской области  
за 2019 год. . . . . 366

*Протасевич У. С., Штурич А. А.*  
Экспериментальное изучение общетоксических и специфических свойств нового  
органоминерального удобрения . . . . . 369

*Прошина Г. А., Григорьева С. В.*  
Химико-аналитические и токсикологические показатели электролизного натрия  
гипохлорита . . . . . 372

*Репина Э. Ф., Хуснутдинова Н. Ю., Тимашева Г. В., Гимадиева А. Р., Каримов Д. О.,  
Мухаммадиева Г. Ф.*  
Экспериментальная оценка антигипоксических свойств комплексного соединения  
оксиметилурацила с янтарной и фумаровой кислотами. . . . . 376

<i>Савостикова О. Н., Водянова М. А., Загайнова А. В., Ушакова О. В.</i> Изучение влияния раствора противогололедного материала на микрофлору кишечника крыс в подостром эксперименте . . . . .	378
<i>Смолянкин Д. А., Тимашева Г. В., Хуснутдинова Н. Ю., Байгильдин С. С., Репина Э. Ф., Назарова Л. Ш.</i> Изучение активности индикаторных ферментов печени в сыворотке крови белых аутбредных крыс при пероральном введении хлорида кадмия в хроническом эксперименте . . . . .	381
<i>Тимашева Г. В., Репина Э. Ф., Хуснутдинова Н. Ю., Каримов Д. О., Смолянкин Д. А., Байгильдин С. С.</i> Экспериментальная оценка применения препарата «Мексидол» при остром токсическом повреждении печени . . . . .	384
<i>Харченко Т. Ф., Исаева С. С., Харченко О. А., Строй А. Н., Головащенко А. В., Хомак С. А., Бойко Н. И., Хилькевич Т. В., Корниец Е. И.</i> Токсиколого-гигиеническая оценка безопасности инъекционных шприцев . . . . .	387
<b>ПРОФИЛАКТИЧЕСКАЯ, ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ И ПРОМЫШЛЕННАЯ ТОКСИКОЛОГИЯ. ТЕЗИСЫ . . . . .</b>	<b>391</b>
<i>Gmshinski I. V., Bagryantseva O. V., Shipelin V. A., Tsurikova N. V., Shumakova A. A., Khotimchenko S. A.</i> Estimation of an enzymic preparation from the recombinant mold strain <i>Aspergillus awamori</i> using <i>in vivo</i> safety tests. . . . .	391
<i>Афонин В. Ю., Филиповская Е. Н., Василькевич В. М., Крыж Т. И., Евтерева А. А., Богданов Р. В.</i> Цитогенетический анализ мутагенного действия веществ в субхронических и хронических экспериментах . . . . .	392
<i>Байгильдин С. С., Репина Э. Ф., Тимашева Г. В., Смолянкин Д. А., Каримов Д. О., Валова Я. В.</i> Ранние гистологические изменения печени крыс после однократного введения парацетамола . . . . .	393
<i>Балакина А. С., Кравченко Л. В., Гусева Г. В., Аксенов И. В., Авреньева Л. И., Трусов Н. В., Никитин Н. С., Сото Селада Х., Тутельян В. А.</i> Влияние липоевой кислоты на систему антиоксидантной защиты крыс с неалкогольной жировой болезнью печени. . . . .	394
<i>Валова Я. В., Мухаммадиева Г. Ф., Зиатдинова М. М., Фазлыева А. С., Каримов Д. О., Байгильдин С. С., Якупова Т. Г.</i> Анализ изменения экспрессии гена <i>Nfe2l2</i> при лекарственной коррекции токсических повреждений в печени крыс, вызванных этанолом . . . . .	396
<i>Васецкая О. П., Зубко Е. С.</i> Антимутагенное действие Ивина при индукции мутаций диоксидином в клетках костного мозга мышей . . . . .	397
<i>Головащенко А. В., Калашников А. А., Корниец Е. И.</i> Особенности токсиколого-гигиенических характеристик моющих средств для стирки изделий детского ассортимента . . . . .	398
<i>Грынчак В. А., Лаппо Л. Г., Лисовская Г. В., Крыж Т. И., Деменкова Т. В.</i> Актуальные вопросы оценки биологического действия наноматериалов в медицинских изделиях . . . . .	399
<i>Егорова О. В., Демидова Ю. В., Кара Л. А., Илюшина Н. А.</i> Характеристика спонтанного уровня мутирования штаммов <i>Salmonella</i> , используемых в тесте Эймса . . . . .	400
<i>Зиновкина В. Ю., Глинская Т. Н.</i> Стадиязависимые морфофункциональные характеристики состояния лизосомальной системы гепатоцитов в хроническом токсикологическом эксперименте . . . . .	402

<i>Илюшина Н. А., Егорова О. В., Аверьянова Н. С., Кара Л. А., Дмитричева О. О., Демидова Ю. В., Ревазова Ю. А.</i> Влияние смесей действующих веществ пестицидов на генетические структуры в клетках бактерий и млекопитающих . . . . .	403
<i>Каримов Д. О., Ахмадеев Э. Р., Рыбаков И. Д., Репина Э. Ф., Хуснутдинова Н. Ю., Валова Я. В., Кутлина Т. Г.</i> Взаимосвязи биохимических и молекулярно-генетических изменений в печени при интоксикации тетрахлорметаном . . . . .	404
<i>Мухаммадиева Г. Ф., Валова Я. В., Зиатдинова М. М., Фазлыева А. С., Кудояров Э. Р., Каримов Д. О., Якупова Т. Г.</i> Анализ профиля экспрессии гена <i>Sod1</i> в условиях токсического поражения печени крыс . . . . .	405
<i>Огурцова С. Э., Панибрат О. В., Чукарина Т. В., Хлебникова Т. С., Пивень Ю. А., Зинович В. Г., Лахвич Ф. А.</i> Цитотоксичность фторсодержащих производных индазолонов на культуре клеток HepG2 и MCF-7 . . . . .	406
<i>Трусов Н. В., Балакина А. С., Гусева Г. В., Макаренко М. А., Сото Селада Х., Аксенов И. В.</i> Влияние карнозина и липоевой кислоты на показатели липидного обмена у крыс, получавших высококалорийный рацион . . . . .	408
<b>РАЗДЕЛ 7. МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ. СТАТЬИ . . . . .</b>	<b>410</b>
<i>Агейко С. А., Степура В. И., Травкина М., Янцевич А. В., Степура И. И.</i> Окисление тиамин под действием ультрафиолета и фотосенсибилизированное рибофлавином окисление тиамин под действием видимого света. . . . .	410
<i>Андриевская Е. В., Воронцова О. С., Войтенко С. И., Бельшева Л. Л.</i> Определение натамицина в полимерных покрытиях для сыра методом высокоэффективной жидкостной хроматографии . . . . .	413
<i>Буневич Н. В., Фираго А. В., Гуринович Т. А., Маскалевич Н. В., Гуд С. Н.</i> Характеристика химического состава воды источников нецентрализованного питьевого водоснабжения Республики Беларусь . . . . .	418
<i>Зайцев В. А., Велентей Ю. Н.</i> Анализ современных стандартизованных методов определения химических элементов в пищевых продуктах, питьевой воде и воздухе рабочей зоны . . . . .	421
<i>Киселева М. Г., Чалый З. А.</i> Определение микотоксинов в кэробе . . . . .	424
<i>Кузовкова А. А., Турко М. С., Станишевская П. А., Ивашкевич Л. С., Крымская Т. П.</i> Методические подходы к совместному определению антиоксидантов полимеров Irganox 1076, Irganox 1010, Irgafos 168 в модельных средах, имитирующих пищевые продукты. . . . .	426
<i>Кузовкова А. А., Дребенкова И. В., Черник Д. В., Плешкова А. А., Велентей Ю. Н.</i> Использование ультразвука для повышения чувствительности методики определения концентраций токсичных элементов в водных модельных средах на основе атомно-эмиссионной спектроскопии с индуктивно-связанной плазмой . . . . .	430
<i>Осипова Т. С., Федоренко Е. В., Дроздова Е. В., Бондарук А. М., Цыганков В. Г., Журихина Л. Н., Капелько И. М.</i> Миграция формальдегида и ацетальдегида из образцов полилактидных пленок в модельные среды, имитирующие пищевые продукты . . . . .	434
<i>Перов С. Ю., Белая О. В., Коньшина Т. А., Аскерова С. А.</i> Результаты мониторинга электромагнитных полей базовых станций сетей сотовой связи . . . . .	437

<i>Плешак Е. М., Таргонская А. В., Тимофеева О. Н.</i> Способ газохроматографического определения хлорорганических пестицидов в плодоовощной продукции . . . . .	440
<i>Плешкова А. А., Устинович А. Ю., Кузовкова А. А.</i> Уровни загрязненности тяжелыми металлами лекарственного растительного сырья в Республике Беларусь . . . . .	443
<i>Полоневич А. Г., Бельшева Л. Л., Малиновская Е. А., Булгакова О. А.</i> Методика определения остаточного содержания сульфадимезина и метронидазола в молочной продукции . . . . .	446
<i>Синицкая Т. А., Громова И. П.</i> Влияние пестицида на основе производного класса феноксиксусных кислот на процессы нитрификации в почве . . . . .	451
<i>Сухих Е. А., Крылов А. А., Смольникова А. И., Антипова М. В., Уланова Т. С.</i> Методы определения респираторных фракций мелкодисперсных частиц в воздушной среде . . . . .	454
<i>Федорова Т. А., Полянских Е. И., Бельшева Л. Л., Башун Т. В.</i> Способ определения лимонной кислоты в пресервах из рыбы и морепродуктов методом высокоэффективной жидкостной хроматографии . . . . .	458
<b>МОНИТОРИНГ ФАКТОРОВ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ ЧЕЛОВЕКА И МЕТОДЫ АНАЛИТИЧЕСКОГО ЛАБОРАТОРНОГО КОНТРОЛЯ. ТЕЗИСЫ . . . . .</b>	<b>461</b>
<i>Prodanchuk M. G., Snoz S. V., Smerdova L. M., Bobyliova O. O.</i> Modern methodological approaches to assessment of the biodegradability of polymer packaging and their wastes . . . . .	461
<i>Авсянкина И. О., Карнакова М. Ю.</i> Определение лактозы в безлактозной молочной продукции ферментативным методом . . . . .	462
<i>Бордак Л. В., Бельшева Л. Л., Еркович Т. В., Тарасевич О. В.</i> Способы извлечения жира из пищевых продуктов для определения в них показателей окислительной порчи . . . . .	463
<i>Бордак Л. В., Бельшева Л. Л., Еркович Т. В.</i> Способ определения поваренной соли (хлорида натрия) в сухих и жидких молоке и сыворотке . . . . .	464
<i>Михеев П. В.</i> К вопросу оценки эпидемиологической опасности почвы по бактериологическим показателям . . . . .	466
<i>Паланевич Г. Г., Бельшава Л. Л., Малиноўская К. А., Булгакава В. А.</i> Методыка вызначэння астаткавага ўтрымання сульфадзімізіну і метранідазолу ў мясе і мясной прадукцыі метадам вэвх-мс/мс . . . . .	467
<i>Чальый З. А., Киселева М. Г., Седова И. Б.</i> Определение микотоксинов в специях и пряностях методом высокоэффективной жидкостной хроматографии с масс-спектрометрическим детектированием . . . . .	468
<b>РАЗДЕЛ 8. ПРАКТИКА ГИГИЕНЫ И ТОКСИКОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ. СТАТЬИ . . . . .</b>	<b>470</b>
<i>Николаева Е. А., Шагун Е. В., Гутич Е. А.</i> Международные подходы к оценке безопасности и эффективности фильтрующих респираторов . . . . .	470
<i>Радченко Г. И., Радченко Е. А.</i> К 75-летию юбилею санитарно-эпидемиологической службы города Бреста . . . . .	472

<i>Сачек М. М., Новик И. И., Кобель А. А., Боровик Е. Н., Лазовик Л. И., Бородун Ю. А.</i> Коммуникационная стратегия по реагированию на COVID-19 для общественности и медицинского персонала . . . . .	478
<i>Соловьева И. В., Арбузов И. В., Баслык А. Ю., Кравцов А. В., Захаренко Т. В.</i> К 40-летию основания лаборатории физических факторов среды обитания человека . . . . .	480
<i>Сычик С. И., Ильюкова И. И., Табелева Н. Н., Столяренко В. А., Гомолко Т. Н.</i> К вопросу инвентаризации химической продукции, находящейся в обращении и планируемой к обращению на территории Республики Беларусь . . . . .	484
<i>Сычик С. И., Дроздова Е. В., Ивко Н. А., Итпаева-Людчик С. Л.</i> Ожидаемые результаты реализации ОНТП «Гигиеническая безопасность» (2019–2023) . . . . .	487
<i>Сычик С. И., Дроздова Е. В., Федоренко Е. В., Табелева Н. Н., Шагун Е. В., Столяренко В. А.</i> Требования и подходы к проведению испытаний средств индивидуальной защиты органов дыхания . . . . .	491
<i>Тону Т. С.</i> Эффективность мероприятий по информированию детей в профилактике острых бытовых отравлений, вызванных химическими веществами, в Республике Молдова . . . . .	494
<b>ПРАКТИКА ГИГИЕНЫ И ТОКСИКОЛОГИИ: АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ. ТЕЗИСЫ . . . . .</b>	<b>498</b>
<i>Грынчак В. А., Штурич А. А., Лаппо Л. Г., Протасевич У. С.</i> Современные подходы к оценке гигиенической безопасности изделий медицинского назначения . . . . .	498
<i>Колеснева Е. В., Богданов Р. В., Василькевич В. М.</i> О проблеме оценки устойчивости полимерных материалов к дезинфицирующим средствам . . . . .	499
<i>Синякова О. К., Толкач С. Н.</i> Современные методы изучения профессионального самоопределения человека в Республике Беларусь . . . . .	500

Научное издание

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ МЕЖДУНАРОДНОЙ  
НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ  
«ЗДОРОВЬЕ И ОКРУЖАЮЩАЯ СРЕДА»**

**19–20 ноября 2020 года, г. Минск**

Ответственный за выпуск *Т. Ф. Рослик*

Редактор *Н. Б. Кучмель*

Корректоры *О. Р. Ермакович, А. А. Костыко, Н. Б. Кучмель*

Компьютерная верстка *И. П. Гришина, О. Б. Гришин*

Подписано в печать 18.06.2021. Формат 60×84 <sup>1</sup>/<sub>8</sub>.

Печать цифровая. Усл. печ. л. 59,98. Уч.-изд. л. 47,13.

Тираж 50 экз. Заказ 98.

Издатель и полиграфическое исполнение:

республиканское унитарное предприятие

«Издательский центр Белорусского государственного университета».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий № 1/159 от 27.01.2014,

№ 2/63 от 19.03.2014.

Ул. Красноармейская, 6, 220030, Минск.