

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра
здравоохранения – Главный
государственный санитарный
врач Республики Беларусь



И.В.Гаевский

« 8 » сентября 2014 г.

Регистрационный № 008-0914

МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИИ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ,
ЗАГРЯЗНЯЮЩИМИ ВОЗДУХ ПОМЕЩЕНИЙ И
АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: Республиканское унитарное
предприятие «Научно-практический центр гигиены»

АВТОРЫ: А.Н.Ганькин, к.б.н. Т.Д.Гриценко, Л.С.Ивашкевич,
Г.А.Харникова, Н.Ф.Белоглазова, К.В.Тимошенко

Минск, 2014

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель министра –
Главный государственный
санитарный врач
Республики Беларусь

_____ И.В. Гаевский
09.09.2014
Регистрационный № 009-0914

**МЕТОД ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИИ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ,
ЗАГРЯЗНЯЮЩИМИ ВОЗДУХ ПОМЕЩЕНИЙ
И АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ**

инструкция по применению

УЧРЕЖДЕНИЕ-РАЗРАБОТЧИК: РУП «Научно-практический центр гигиены»

АВТОРЫ: А.Н. Ганькин, канд. биол. наук Т.Д. Гриценко, Л.С. Ивашкевич,
Г.А. Харникова, Н.Ф. Белоглазова, К.В. Тимошенко

Минск 2014

ГЛАВА 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1. Настоящая инструкция по применению (далее — инструкция) определяет порядок выполнения нового метода оказания медицинской помощи — оценки экспозиции организма человека к загрязняющим химическим веществам воздуха помещений жилых и общественных зданий (далее — помещения) и атмосферного воздуха как начального этапа оценки риска с длительным периодом наблюдения, с применением диффузионного и пассивного отбора проб воздуха, включающего критерии выбора помещений для определения риска здоровью и оценку полученных результатов.

2. Инструкция предназначена для использования специалистами органов и учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор.

3. Инструкция устанавливает требования к выбору помещений для оценки риска, порядок организации и проведения отбора проб воздуха в длительном временном диапазоне для определения риска здоровью при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух и воздух помещений, в т. ч. с целью:

- осуществления мониторинга загрязнения воздуха внутри помещений и атмосферного воздуха в длительном временном диапазоне;
- обоснования и оценки мер, предпринимаемых по снижению загрязнения среды внутри и вне помещений;
- оценки вклада загрязнения воздуха внутри и вне помещений в формирование заболеваемости населения;
- обоснования законодательных и других мер по предотвращению загрязнения воздуха внутри и вне помещений;
- выполнения картирования загрязнения на основе оценки загрязнения атмосферного воздуха и выявления высоко контаминированных территорий;
- обеспечения выполнения обязательств, принятых Республикой Беларусь в рамках международных соглашений.

ГЛАВА 2 ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В инструкции используются следующие термины и определения:

- аспирационный (активный) отбор проб воздуха — аспирация (протягивание) исследуемого воздуха через вещества-поглотители, способные поглощать из проходящего воздуха подлежащее определению химическое соединение;

- атмосферный воздух — компонент природной среды, представляющий собой естественную смесь газов атмосферы, находящуюся за пределами жилых, производственных и иных помещений;

- величина экспозиции — измеренное (химико-аналитическими методами) или рассчитанное количество загрязняющего химического вещества в воздухе, находящееся в контакте с организмом человека в течение точно

установленного времени. Выражается как общее количество загрязняющего химического вещества в воздухе (в единицах массы, например, мг, мкг, пг), или как величина воздействия — масса загрязняющего химического вещества в воздухе, отнесенная к единице времени (например, мкг/сут), или как величина воздействия, отнесенная к единице массы тела человека (например, мкг/кг × сут);

- загрязняющие вещества — вещества, присутствие которых в атмосферном воздухе или воздухе внутри помещений может оказывать вредное воздействие на здоровье человека и окружающую среду;

- диффузионный отбор проб воздуха — отбор воздуха для аналитических (лабораторных) исследований, основанный на физической диффузии молекул загрязняющих химических веществ через пористый химически инертный материал (полупроницаемую мембрану) по направлению к поглотительному элементу (сорбенту), при котором не происходит активного перемещения воздуха через устройство;

- оценка риска — система процедур, регламентированных техническими нормативными правовыми актами Министерства здравоохранения Республики Беларусь для определения вероятности неблагоприятных изменений здоровья населения, связанных с воздействием факторов среды обитания;

- пассивный отбор проб воздуха — отбор воздуха для аналитических (лабораторных) исследований, основанный на физической диффузии молекул загрязняющих химических веществ через неподвижный слой воздуха по направлению к поглотительному элементу (сорбенту), при котором не происходит активного перемещения воздуха через устройство;

- период усреднения — интервал времени, в течение которого получают один результат измерения с использованием установленной процедуры измерения;

- скорость поглощения — скорость, при которой пробоотборником улавливаются загрязняющие вещества, находящиеся в воздухе, выраженная в кубических сантиметрах в минуту ($\text{см}^3/\text{мин}$).

ГЛАВА 3 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

1. Оценка экспозиции проводится в целях определения дозы химического вещества, которое потенциально поступает в организм человека при дыхании в связи с загрязнением воздуха внутри и вне помещений.

2. Оценка экспозиции позволяет косвенно судить о внутренней дозе и проводить оценку риска и оценку влияния химических веществ на здоровье экспонированных индивидуумов.

3. Оценка экспозиции заключается в определении количества химического вещества с учетом его концентрации и времени воздействия (временной фактор), что дает возможность судить о получаемой человеком дозе данного химического вещества при дыхании.

Оценка ингаляционной экспозиции, основанная на результатах лабораторно-аналитических исследований с длительным периодом пробоотбора (реализуемая диффузионным и пассивным методами), характеризует усредненные значения концентраций загрязняющих веществ в воздухе за определенный период времени.

4. Оценка экспозиции включает следующие этапы:

- планирование и выбор помещений для оценки экспозиции;
- отбор проб;
- оценка содержания химических веществ;
- расчет получаемой человеком дозы химических веществ.

5. Отбор проб для оценки экспозиции возможно проводить с применением активного, диффузного и пассивного методов.

ГЛАВА 4

ПЛАНИРОВАНИЕ И КРИТЕРИИ ВЫБОРА ПОМЕЩЕНИЙ И МЕТОДА ПРОБООТБОРА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЭКСПОЗИЦИИ

1. Оценку уровней экспозиции следует проводить в помещениях длительного пребывания людей.

2. Критерии приоритетности помещений для оценки экспозиции:

- общественные здания, в первую очередь, предназначенные для детей — детские дошкольные учреждения, школы, спортивные сооружения, клубы;
- места проживания — спальни, детские, гостиные;
- помещения, для внутренней отделки которых использованы полимерные материалы и материалы на полимерной основе;
- помещения, оснащенные большим количеством бытовой и офисной техники (компьютеры, факсы, принтеры);
- помещения, оснащенные мебелью, изготовленной из полимерных материалов и материалов на полимерной основе, а также материалов, в производстве которых используются летучие химические вещества (растворители, клеи, лаки, краски и др.) со сроком эксплуатации менее 3 лет.

3. Оценка уровней экспозиции вне помещений:

- граница санитарно-защитной зоны предприятий и за ее пределами;
- территории детских дошкольных учреждений, школ, учреждений здравоохранения и других медицинских учреждений;
- территории с высокой интенсивностью дорожного движения.

4. Критерии выбора метода отбора проб воздуха:

- приоритетные химические вещества, подлежащие исследованию (тяжелые металлы, летучие органические соединения, стойкие органические загрязнители, полиароматические углеводороды и т. д.);
- предполагаемая концентрация (предварительная оценка на основе ранее полученных данных, данных о выбросах загрязняющих веществ в атмосферный воздух, анализа литературы об обнаруживаемых концентрациях химических веществ в атмосферном воздухе и воздухе помещений);

- цель исследования — контроль загрязнения в рамках государственного санитарного надзора, оценка риска с применением длительной экспозиции; методом выбора для проведения мероприятий в рамках государственного санитарного надзора является метод аспирационного (активного) пробоотбора, выполняемый в соответствии с действующими нормативными правовыми техническими актами.

5. Методами выбора для оценки риска химического загрязнения воздуха внутри и вне помещений являются диффузионный и пассивный пробоотбор.

ГЛАВА 5 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИФФУЗИОННОГО ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА

1. Диффузионный отбор проб основан на газовой диффузии молекул отбираемых веществ из анализируемого воздуха через полупроницаемую мембрану в химически активный или инертный сорбент под действием градиента концентраций, что позволяет определять усредненные по времени концентрации загрязняющих веществ в воздухе и проводить отбор длительное время, необходимое для обнаружения опасных химических веществ с низким уровнем воздействия и находящихся в воздухе в низких концентрациях.

2. Работа пробоотборного устройства не зависит от экстремальных колебаний концентрации загрязняющего вещества в воздухе и отражает среднее значение содержания вещества в воздухе за период экспозиции, что делает его пригодным для исследования оценки воздействия на человека загрязняющих веществ в воздухе внутри помещений и атмосферном воздухе, а также мониторинговых наблюдений в длительном временном диапазоне.

3. С использованием диффузионного пробоотбора можно определить содержание в воздухе загрязняющих веществ различной химической природы: летучие органические соединения (бензол, толуол, этилбензол и др.), озон, альдегиды (формальдегид, ацетальдегид, акролеин и др.), диоксиды азота и серы, сероводород, пары неорганических кислот, фенолы, полициклические ароматические углеводороды и др.

4. Диффузионный отбор проб позволяет определить концентрацию исследуемого загрязняющего вещества в воздухе. Расчет его содержания выполняют, используя количество накопленного сорбентом загрязняющего вещества, коэффициент его диффузии в воздухе (диффузионный пробоотбор), длину диффузионных путей, эффективное сечение пробоотборника, длительность пробоотбора (мин) и скорость диффузионного поглощения. Общая схема диффузионного и пассивного пробоотборных устройств представлена в приложении 1.

Полученное значение концентрации загрязняющего вещества используется в дальнейшей количественной характеристике экспозиции (расчете доз воздействия).

5. Диффузионный пробоотбор не требует постоянного присутствия специалиста, не приводит к шумовому загрязнению помещений, не вызывает негативных эмоциональных реакций находящихся в помещении людей.

ГЛАВА 6 ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПАССИВНОГО ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА

1. Метод пассивного отбора проб воздуха используют для определения летучих органических соединений, стойких органических загрязнителей: полихлорированных дибензо-*n*-диоксинов, дибензофуранов, полихлорированных бифенилов, полибромированных дифенилов, хлорорганических пестицидов.

2. Пассивный отбор проб позволяет определить количество накопленного сорбентом загрязняющего вещества за определенный промежуток времени.

3. Пассивный пробоотбор применяется для сравнительных исследований загрязнения территорий и помещений, оценки вклада химических веществ в формирование внутренней экспозиционной дозы (в сочетании с мониторингом/исследованием контаминации биологических субстратов человека), контроля эффективности внедренных превентивных мер.

4. Пассивный пробоотбор не требует постоянного присутствия специалиста, не приводит к шумовому загрязнению помещений, не вызывает негативных эмоциональных реакций находящихся в помещении людей.

ГЛАВА 7 ПЛАНИРОВАНИЕ И ПРОВЕДЕНИЕ ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА

1. Диффузионный и пассивный пробоотбор воздуха помещений следует выполнять с одновременным отбором проб атмосферного воздуха (по той же методике) для получения данных об уровнях загрязняющих веществ при различных сценариях воздействия на человека.

Результаты параллельного пробоотбора воздуха могут быть использованы для установления вероятных источников загрязнения воздуха помещений и атмосферного воздуха.

2. На этапе планирования отбора проб воздуха определяют: метод пробоотбора (диффузионный или пассивный в зависимости от цели исследования, природы загрязняющих химических веществ), точки для размещения, длительность пробоотбора.

Методы диффузионного и пассивного пробоотбора используют при:

- необходимости оценки уровня экспозиции к загрязняющим химическим веществам в воздухе с длительным периодом усреднения;
- необходимости соблюдения шумового режима в помещении (помещения жилых и общественных зданий);
- отсутствии источника электроснабжения.

3. Продолжительность отбора проб устанавливается с учетом:

- химической природы определяемых загрязняющих веществ;
- предполагаемых уровней контаминации;
- эмиссионных характеристик источника загрязняющих веществ;
- характеристик аналитического метода, используемого для оценки количества сорбированного/седиментированного химического вещества;
- цели исследования.

Продолжительность отбора проб определяется в каждом конкретном исследовании и может составлять от 8 ч до 28 сут (при диффузионном пробоотборе) и от 28 до 58 сут (при пассивном пробоотборе).

4. Факторы внутренней среды помещения и окружающей среды, влияющие на работу диффузионных и пассивных пробоотборных устройств:

- температура воздуха;
- скорость движения воздуха;
- влажность воздуха.

5. При измерении содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе с использованием устройств для диффузионного и пассивного отбора проб учитывают рельеф местности, господствующее направление ветра, скорость ветра, удаленность от потенциального источника загрязнения. Устройства для отбора проб воздуха следует размещать на расстоянии не менее 2 м от стен зданий и на высоте не более 2–3 м от поверхности земли.

6. При исследовании для определения содержания загрязняющих веществ в воздухе помещений методом диффузионного или пассивного пробоотбора наиболее подходящим местом размещения пробоотборников является центр помещения на высоте 1–1,5 м от поверхности пола; в том случае если это невозможно, пробоотборное устройство размещают на расстоянии не менее 1 м от стен и на высоте, не мешающей повседневной деятельности в помещении.

Не рекомендуется размещать пробоотборные устройства вблизи отопительных систем, вентиляционных каналов, под прямыми солнечными лучами.

7. Применять диффузионные пробоотборные устройства промышленного производства следует в соответствии с инструкциями и рекомендациями по эксплуатации фирм-производителей, содержащих в т. ч. информацию: о подходящих методах экстракции, десорбции, химико-аналитического определения загрязняющих веществ в пробах; установленные в лабораторных условиях стандартные значения скорости диффузионного поглощения.

ГЛАВА 8

ОЦЕНКА РЕЗУЛЬТАТОВ, ПОЛУЧЕННЫХ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИФФУЗИОННОГО И ПАССИВНОГО ОТБОРА ПРОБ ВОЗДУХА

1. Результат измерений содержания загрязняющих веществ с использованием диффузионного и пассивного способов отбора проб воздуха

представляет собой значение содержания загрязняющих веществ, усредненное за выбранный период отбора (мкг).

2*. Расчет концентраций загрязняющих веществ в пробах воздуха, отобранных с использованием диффузионных устройств, проводят по формулам 1, 2:

$$Q_k = Q_{298} \left(\frac{K}{298} \right)^a, \quad (1)$$

где Q_k — расчетная скорость диффузионного поглощения при данных условиях, см³/мин;

Q_{298} — скорость диффузионного поглощения при стандартных условиях (температуре воздуха 298°К (25°С) и давлении 1013 кПа), см³/мин;

K — средняя температура воздуха за период пробоотбора, °К;

a^* — коэффициент, зависящий от группы отбираемых веществ (альдегиды 0,35; летучие органические соединения 1,5; азота диоксид и серы диоксид 7,0; озон 1,5; сероводород 3,8).

$$C = \frac{m}{Q_k \times t} \times 1000000, \quad (2)$$

где C — концентрация загрязняющего вещества, усредненная за период пробоотбора, мкг/м³;

m — фактическая масса загрязняющего вещества, мкг;

Q_k — скорость диффузионного поглощения, см³/мин;

t — время экспонирования, мин.

3. Полученные абсолютные значения содержания загрязняющих веществ в воздухе в конкретных точках отбора проб сравнивают между собой и с полученными ранее значениями содержания загрязняющих веществ в этих же точках за аналогичный период времени.

При повторных измерениях, а также для оценки эффективности мероприятий по снижению негативного воздействия загрязняющих веществ в воздухе полученные значения сравнивают с величинами, полученными ранее (на той же территории с применением тех же методов анализа).

4. Полученный результат используют при:

- мониторинге загрязнения воздуха внутри помещений и атмосферного воздуха с длительным периодом наблюдения;

- обосновании и оценке мер, предпринимаемых по снижению загрязнения воздушной среды внутри и вне помещений;

- выполнении картирования загрязнения и выявления высококонтаминированных территорий;

*Публикуются в руководствах по применению для каждого типа пробоотборных устройств промышленного производства.

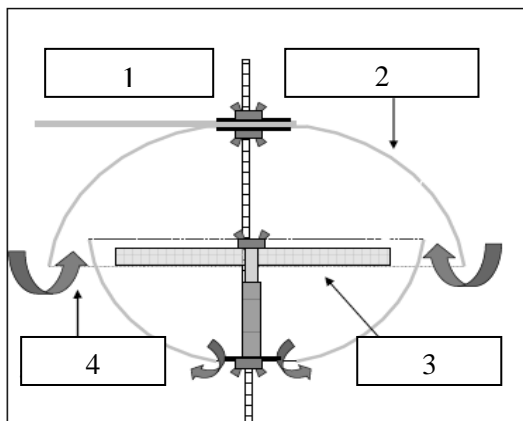
- гигиенической оценке воздуха помещений и атмосферного воздуха комплексов загрязняющих химических веществ (с использованием величины комплексного показателя «Р»);

- определении величин экспозиции и проведении оценки риска.

5. Расчет и оценку величин экспозиции к загрязняющим веществам воздуха помещений и атмосферного воздуха возможно выполнять с использованием прилагаемого расчетно-программного комплекса (далее — РПК) «Компьютерная информационно-расчетная система по оценке риска воздействия качества атмосферного воздуха на здоровье населения», разработанного ГУ «Республиканский научно-практический центр гигиены» (Т.Е. Наumenко, С.М. Соколов, Л.М. Шевчук, Т.Д. Гриценко, А.Е. Пшегорода, А.Н. Ганькин, В.А. Рыбак), зарегистрированного в Отраслевом фонде алгоритмов и программ, ИНВ № 000238, 2012, и реализующего алгоритмы расчета величин риска, связанного с ингаляционным поступлением загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и воздухе помещений.

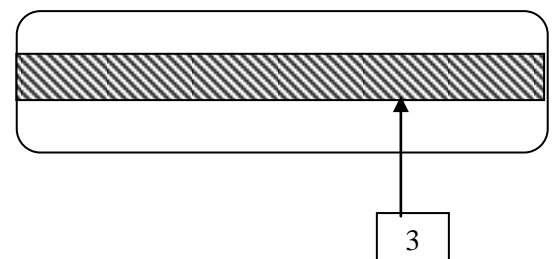
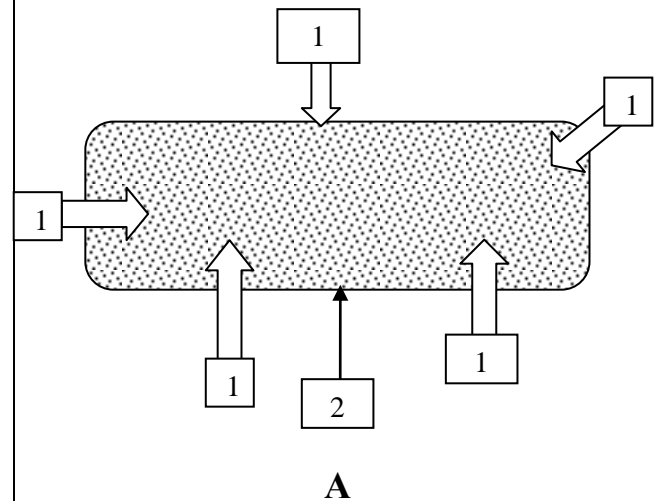
6. Исходными данными для использования в РПК являются фактические значения концентраций загрязняющих веществ, полученные в результате лабораторно-аналитического исследования проб воздуха, отобранных аспирационными (активными), диффузионными или пассивными методами пробоотбора, стандартные факторы экспозиции (для воздуха помещений и атмосферного воздуха) (приложение 2).

Схема устройства для пассивного отбора проб воздуха



- 1 — монтажный кронштейн;
- 2 — стальной купол;
- 3 — ППУ-диск;
- 4 — потоки циркуляции воздуха

Схема устройства для диффузионного отбора проб воздуха (на примере трубчатого пробоотборника): А — общий вид; Б — в разрезе (схематично)



- 1 — поступление воздуха;
- 2 — корпус устройства (из полупроницаемой мембраны);
- 3 — сменный картридж, содержащий сорбент

Стандартные факторы экспозиции

Фактор экспозиции		Величина
1		2
Продолжительность экспозиции		
Хроническое воздействие (взрослые)		30 лет
Пожизненное воздействие (канцерогены)		70 лет
Хроническое воздействие, дети до 6 лет		6 лет
Средняя продолжительность жизни		70 лет
Время, проводимое вне помещения, ч/день*		8 ч/день
Время, проводимое внутри помещения, ч/день*		16 ч/день
Время, проводимое вне помещения, мин/день (среднее значение)**	1-<2 года	36
	2-<3 года	76
	3-<6 лет	107
	6-<11 лет	132
	11-<16 лет	100
	18-<65 лет	281
	≥65 лет	298
Время, проводимое в помещении, мин/день (среднее значение)**	1-<2 года	1353
	2-<3 года	1316
	3-<6 лет	1278
	6-<11 лет	1244
	11-<16 лет	1260
	18-<65 лет	1159
	≥65 лет	1142
Ингаляционная экспозиция		
Скорость ингаляции, взрослый, общая характеристика		20 м ³ /день
Скорость ингаляции, взрослый, деятельность только внутри помещения		15 м ³ /день
Скорость ингаляции, производственный сценарий, взрослый		10 м ³ /смена
Скорость ингаляции, ребенок, 0-<6		4 м ³ /день
Скорость ингаляции, ребенок, 6-<18		20 м ³ /день
Скорость ингаляции, ребенок < 1 года		4,5 м ³ /день
Скорость ингаляции, ребенок 1–12 лет		8,7 м ³ /день
Скорость ингаляции, взрослая женщина		11,3 м ³ /день

1	2
Скорость ингаляции, взрослый мужчина	15,2 м ³ /день
Скорость ингаляции при активной деятельности	0,018 м ³ /кг-ч
Скорость ингаляции во время отдыха	0,006 м ³ /кг-ч
Скорость дыхания вне помещения, м ³ /ч	1,4 м ³ /ч
Скорость дыхания внутри помещения, м ³ /ч	0,63 м ³ /ч
Частота экспозиции, сценарий жилой зоны	350 дней/год
Частота экспозиции, производственный сценарий	250 дней/год
Ингаляция пыли	
Концентрация респирабельных частиц в воздухе (хроническая экспозиция)	22 мкг/м ³
Концентрация респирабельных частиц в воздухе (острая экспозиция)	60 мкг/м ³
Контаминированная фракция ингалируемой почвы (сценарий жилой зоны)	1,0
Масса тела	
Масса тела, ребенок 0-<6 лет	14–15 кг
Масса тела, ребенок, 6-<18 лет	42 кг
Масса тела, взрослый, 18 и более лет	70 кг
*Расчет доз при оценке риска многосредового воздействия химических веществ. Методические рекомендации МосМР 2.1.9.003-03.	
**Exposure Factors Handbook. US EPA, 2011.	