

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель Министра
здравоохранения – Главный
государственный санитарный
врач Республики Беларусь



А.А. Тарасенко

« 05 20 2021 »

Регистрационный № 030-1221

**МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПОПУЛЯЦИОННОГО
НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ
ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

Инструкция по применению

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

Авторы: к.м.н., доцент Сычик С.И., к.м.н., доцент Дроздова Е.В.,
к.м.н., Просвирякова И.А., к.м.н., Ганькин А.Н., Пшегорода А.Е.,
д.м.н., профессор Соколов С.М., к.б.н., Гриценко Т.Д.

Минск, 2021

**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ
Заместитель министра
здравоохранения –
Главный государственный
санитарный врач
Республики Беларусь

_____ А. А. Тарасенко
11.05.2022
Регистрационный № 030-1221

**МЕТОД КОЛИЧЕСТВЕННОЙ ОЦЕНКИ ПОПУЛЯЦИОННОГО
НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ
ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА**

инструкция по применению

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

АВТОРЫ: канд. мед. наук, доц. С. И. Сычик, канд. мед. наук, доц.
Е. В. Дроздова, канд. мед. наук И. А. Просвирякова, канд. мед. наук
А. Н. Ганькин, А. Е. Пшегорода, д-р мед. наук, проф. С. М. Соколов, канд.
биол. наук Т. Д. Гриценко

Минск 2021

ГЛАВА 1 НАЗНАЧЕНИЕ И ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1. В настоящей Инструкции по применению (далее – Инструкция) изложен метод, который может быть использован в комплексе медицинских услуг, направленных на медицинскую профилактику воздействия на организм человека факторов среды обитания – метод количественной оценки популяционного неканцерогенного риска здоровью населения при различной степени загрязнения атмосферного воздуха, использование которого позволит:

проводить гигиеническую оценку степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих химических веществ;

количественно оценивать популяционный неканцерогенный риск здоровью населения при различной степени загрязнения атмосферного воздуха.

2. Настоящая Инструкция предназначена для врачей-гигиенистов, иных врачей-специалистов учреждений, осуществляющих государственный санитарный надзор, специалистов научных организаций системы здравоохранения.

3. Инструкция по применению «Методика оценки риска здоровью населения факторов среды обитания», регистрационный № 025-1211, утвержденная заместителем Министра здравоохранения Республики Беларусь от 08 июня 2012 г. теряет силу.

ГЛАВА 2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

4. Для целей настоящей Инструкции используются следующие термины и определения:

абсолютный риск – увеличение количества случаев заболеваний в определенной группе населения (значения находятся в диапазоне от 0 до 1, также их можно выразить в процентах);

агрегированный риск – риск в результате совокупного воздействия одного агента или вредного фактора;

комбинированное действие веществ – одновременное или последовательное действие на организм нескольких веществ при одном и том же пути их поступления. Выделяют три типа комбинированного действия: аддитивность, антагонизм и синергизм (потенцирование).

относительный эпидемиологический риск – отношение вероятности возникновения неблагоприятных эффектов в состоянии здоровья населения под воздействием факторов окружающей среды в исследуемом

районе к фоновым (контрольным) величинам (вероятность отклонения изучаемого показателя от стандартной фоновой величины).

негативный эффект для здоровья – изменения в морфологии, физиологии, росте, развитии или продолжительности жизни организма, популяции или потомства, проявляющиеся в ухудшении функциональной способности или способности компенсировать дополнительный стресс, или в повышении чувствительности к воздействиям других факторов среды обитания;

реперный (пороговый) уровень (BMC/BMD) – статистическая нижняя доверительная граница экспозиции, вызывающей установленный негативный эффект;

синергический эффект – комбинированное действие веществ на организм человека, при котором суммированный эффект превышает действие, оказываемое каждым компонентом в отдельности;

экспозиция (воздействие) – контакт организма с загрязняющим веществом; количество агента, присутствующее на обменных оболочках тела (например, в легких), доступное для абсорбции.

ГЛАВА 2

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

5. На начальном этапе оценки популяционного неканцерогенного риска здоровью населения проводится комплексная гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха.

6. Степень загрязнения атмосферного воздуха оценивается по каждому загрязняющему веществу в отдельности путем сравнения фактической (расчетной) концентрации со значением гигиенического норматива: предельно допустимой концентрации (далее – ПДК) с учетом периода осреднения или ориентировочно безопасного уровня воздействия (далее – ОБУВ).

7. Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких загрязняющих веществ проводится по величине комплексного показателя загрязнения «Р», учитывающего кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

8. Показатель «Р» учитывает характер комбинированного действия загрязняющих веществ по типу неполной суммации. При длительном поступлении загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в организм человека учитывается синергический эффект (совместное действие,

превышающее действие их в отдельности), ингибирующий эффект (совместное действие, уменьшающее действие их в отдельности), независимое действие.

9. Расчет комплексного показателя «Р» проводится по формуле 1.

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

где: Р – 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.

Приведение нормированных по ПДК концентраций веществ разных классов опасности к таковым 3-го класса опасности проводится по следующим коэффициентам изоэффективности: 1 класс – 2,0; 2 класс – 1,5; 3 класс – 1,0; 4 класс – 0,8.

10. Фактическое загрязнение атмосферного воздуха в зависимости от величины показателя «Р» оценивается по пяти степеням: I – допустимая; II – слабая; III – умеренная; IV – сильная; V – опасная. Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих веществ по максимальным разовым и среднесуточным концентрациям проводится в соответствии с таблицами 1 и 2 приложения 1.

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха одним загрязняющим веществом по среднесуточным и максимальным разовым концентрациям проводится в соответствии с таблицей 3 приложения 1.

11. При отсутствии фактических (расчетных) концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе длительного периода осреднения используются ориентировочные соотношения между максимальной разовой, среднесуточной, среднегодовой концентрациями как 10 : 4 : 1.

12. Для оценки степени суммарного загрязнения атмосферного воздуха рядом веществ также используется комплексный показатель – индекс загрязнения атмосферы (далее – ИЗА). Расчет ИЗА для одного вещества проводится по формуле 2.

$$Li = \left(\frac{qi}{ПДКi} \right)^{Ki} \quad (2)$$

где: q_i – концентрация i -того вещества;

$ПДК_i$ – предельно допустимая концентрация соответствующего периода осреднения;

K_i – безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения атмосферного воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы. Значения K_i равны: 1 класс – 1,7; 2 класс – 1,3; 3 класс – 1,0; 4 класс – 0,9.

Величина суммарного загрязнения атмосферы (комплексный ИЗА – КИЗА) получается путем сложения значений ИЗА (полученных для каждого вещества в отдельности).

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха в зависимости от величины комплексного ИЗА оценивается по пяти степеням: I – допустимая; II – слабая; III – умеренная; IV – сильная; V – опасная. Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного по величине комплексного ИЗА проводится в соответствии с таблицей 1, приложение 2.

13. Комплексный ИЗА (КИЗА), учитывающий m (где $m=5$) веществ, вносящих основной вклад в загрязнение атмосферного воздуха, рассчитывается по формуле 3.

$$I(m) = \sum_{i=1}^m \left(\frac{q_i}{ПДК_i} \right)^{K_i} \quad (3)$$

КИЗА – отражает уровень загрязнения атмосферного воздуха, которому соответствует фактически наблюдаемые концентрации m веществ (где $m=5$) в атмосферном воздухе. Характеристика суммарного загрязнения позволяет учитывать концентрации примесей многих веществ и представлять уровень загрязнения воздуха одним числом. Значение комплексного индекса загрязнения атмосферы приоритетными веществами ($m=5$) оценивается в соответствии с таблицей 2 приложение 2.

Возможно применение КИЗА для сравнения степени суммарного загрязнения атмосферного воздуха на разных территориях или за разные интервалы времени на одной территории. Для этого $I(m)$ необходимо рассчитывать для одинакового количества (m) аналогичных загрязняющих веществ.

14. Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха и популяционного здоровья населения проводится согласно эколого-эпидемиологической шкале риска, представленной в таблице приложения 3.

ГЛАВА 3

ОЦЕНКА ПОПУЛЯЦИОННОГО НЕКАНЦЕРОГЕННОГО РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ РАЗЛИЧНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

15. На основании фактических уровней загрязнения атмосферного воздуха (P_i) и фактического уровня заболеваемости населения (той или иной нозологической формой – Z_i) в динамике за ряд лет с помощью регрессионного анализа по математической модели вида $y_i=f(x_i)$ рассчитывается количественный прогноз влияния степени загрязнения атмосферного воздуха на заболеваемость населения по формуле 4.

$$y_i = a + bx_i \quad (4)$$

где: y_i – расчетный уровень заболеваемости населения при заданном уровне загрязнения атмосферного воздуха (P_i);

x_i – прогнозный комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха (P_i);

a – уровень заболеваемости населения той или иной нозологической формой при допустимой степени загрязнения атмосферного воздуха;

b – коэффициент возрастания заболеваемости населения той или иной нозологической формой при возрастании степени загрязнения атмосферного воздуха на единицу.

16. Эпидемиологическую оценку фоновой и избыточной заболеваемости в избранных для наблюдения различных районах и в целом по городу в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха проводят по формуле 5.

$$Z_p = \frac{Z_i}{Z_0} \quad (5)$$

где: Z_p – превышение фонового уровня заболеваемости населения по отношению к заболеваемости населения в условиях допустимого уровня загрязнения атмосферного воздуха;

Z_i - фактический уровень заболеваемости населения;

Z_0 – уровень заболеваемости населения при допустимом уровне загрязнения атмосферного воздуха.

17. Эколого-гигиенический риск определяется как вероятность отклонения каждого конкретного показателя заболеваемости населения за пределы диапазона нормальной вариации. Величина риска устанавливается

по отклонению изучаемого показателя здоровья $Z_{\text{факт}}$ при том или ином уровне воздействия фактора окружающей среды (степени загрязнения атмосферного воздуха) от его «фонового» (контрольного) значения $Z_{\text{фон}}$.

18. Расчет «фоновых» показателей заболеваемости населения проводится по исследуемым территориям не менее чем за 5 лет. Данный показатель рассчитывается из 3-х минимальных значений по каждому из рассматриваемых видов патологии.

19. «Фоновые» и фактические значения используются для расчета показателей относительного эпидемиологического риска по формуле 6.

$$t = \frac{Z_{\text{фон}} - Z_{\text{факт}}}{\sigma} \quad (6)$$

где: $Z_{\text{факт}}$ – фактический показатель;

$Z_{\text{фон}}$ – «фоновый» показатель;

σ – среднее квадратичное отклонение.

Величина t и значение относительного эпидемиологического риска возникновения той или иной патологии на изучаемой территории (величина R) связаны между собой интегральной функцией нормального распределения Стьюдента.

20. При заданных параметрах нормального распределения степень риска влияния факторов окружающей среды на состояние здоровья населения (относительный эпидемиологический риск) может оцениваться в следующих интервалах:

минимальный риск $R < 0,312$;

умеренный риск $R = 0,313 - 0,500$;

повышенный риск $R = 0,501 - 0,688$;

высокий риск $R > 0,689$.

При этом характеристика относительного эпидемиологического риска может соответствовать степени загрязнения атмосферного воздуха (допустимая/слабая, умеренная, сильная и опасная).

21. Относительный риск (ОР) – отношение показателей заболеваемости (фактический уровень первичной заболеваемости населения) в группе лиц, подвергающихся влиянию изучаемого фактора (при одной степени загрязнения атмосферного воздуха), к тем же показателям у лиц при другой степени загрязнения атмосферного воздуха (либо к показателям у лиц при допустимом уровне загрязнения атмосферного воздуха), формула 7.

$$OP = \frac{PЗ_{\phi}}{PЗ_{\circ}} \quad (7)$$

где $PЗ_{\phi}$ – заболеваемости в группе лиц, подвергающихся влиянию изучаемого фактора (при одной степени загрязнения атмосферного воздуха);

$PЗ_{\circ}$ – уровень первичной заболеваемости населения при другой степени загрязнения атмосферного воздуха (либо при допустимом уровне загрязнения атмосферного воздуха).

22. Абсолютный риск (АР) – это разность показателей заболеваемости у лиц, подверженных и неподверженных воздействию фактора (либо подвергшегося воздействию при различных степенях загрязнения атмосферного воздуха), количество дополнительных заболеваний, возникших в результате воздействия вредного фактора, формула 8.

$$AP = PЗ_{\phi} - PЗ_{\circ} \quad (8)$$

где $PЗ_{\phi}$ – заболеваемости в группе лиц, подвергающихся влиянию изучаемого фактора (либо при одной степени загрязнения атмосферного воздуха);

$PЗ_{\circ}$ – уровень первичной заболеваемости населения при другой степени загрязнения атмосферного воздуха (либо при допустимом уровне загрязнения атмосферного воздуха).

23. Атрибутивный популяционный риск (АПР) – количественная оценка избыточной заболеваемости во всей популяции (PЗ) по отношению к заболеваемости в популяции, подвергшейся воздействию определенной степени загрязнения атмосферного воздуха ($PЗ_{\circ}$), уравнение 9.

$$APR = PЗ - PЗ_{\circ} \quad (9)$$

24. Количество дополнительных вредных эффектов в экспонированной популяции (популяционный риск) рассчитывается как произведение вероятности развития неблагоприятного эффекта у экспонированного индивидуума на численность экспонированного контингента населения.

При оценке неканцерогенного риска закладывается принцип пороговости действия, согласно которому негативные эффекты или ответы со стороны здоровья проявляются, начиная с реперного уровня.

Приложение 1
к Инструкции по применению
«Метод количественной оценки
популяционного неканцерогенного
риска здоровью населения при
различной степени загрязнения
атмосферного воздуха»
(Обязательное)

**Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха
комплексом загрязняющих веществ по величине показателя «Р»**

Таблица 1 – Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих химических веществ по максимальным разовым концентрациям

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина комплексного показателя «Р» при числе загрязнителей атмосферы			
	2–3	4–9	10–20	20 и более
I – допустимая	до 1,6	до 3,0	до 5,0	до 7,1
II – слабая	1,7–3,2	3,1–4,8	5,1–6,4	7,2–8,0
III – умеренная	3,3–6,4	4,9–9,6	6,5–12,8	8,1–16,0
IV – сильная	6,5–12,8	9,7–19,2	12,9–25,6	16,1–32,0
V – опасная	12,9 и выше	19,3 и выше	25,7 и выше	32,1 и выше

Таблица 2 – Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих химических веществ по среднесуточным концентрациям

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
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

Таблица 3 – Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха одним загрязняющим веществом по максимальным разовым и среднесуточным концентрациям

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Максимальная разовая концентрация загрязняющего химического вещества в долях ПДК	Среднесуточная концентрация загрязняющего химического вещества в долях ПДК
I – допустимая	до 0,8	до 0,7
II – слабая	0,8–1,0	0,7–1,0
III – умеренная	1,1–2,0	1,1–1,8
IV – сильная	2,1–4,0	1,9–3,9
V – опасная	4,1 и выше	3,9 и выше

Приложение 2
к Инструкции по применению
«Метод количественной оценки
популяционного неканцерогенного
риска здоровью населения при
различной степени загрязнения
атмосферного воздуха»
(Обязательное)

**Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха по
величине индекса загрязнения атмосферы**

Таблица 1 – Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха по величине комплексного ИЗА (КИЗА)

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Значение КИЗА при количестве загрязняющих веществ			
	максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества		среднесуточная концентрация загрязняющего вещества	
	до 10	11 и более	до 10	11 и более
I – допустимая	до 5	до 7,0	до 2	до 4,0
II – слабая	5 – 8	7,1 – 8,9	2 – 5	4,1 – 5,1
III – умеренная	8 – 15	9,0 – 10,1	5 – 12	5,2 – 6,3
IV – сильная	15 – 30	10,2 – 11,1	12 – 16	6,4 – 7,5
V – опасная	31 и выше	11,2 и выше	17 и выше	7,6 и выше

Таблица 2 – Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха по величине КИЗА (при m=5)

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Значение КИЗА (при m=5), максимальная разовая концентрация загрязняющего вещества	Значение КИЗА (при m=5), среднесуточная концентрация загрязняющего вещества
I – допустимая	до 5	до 2
II – слабая	5 – 8	2 – 5
III – умеренная	8 – 15	5 – 12
IV – сильная	15 – 30	12 – 16
V – опасная	31 и выше	17 и выше

Приложение 3
к Инструкции по применению
«Метод количественной оценки
популяционного неканцерогенного
риска здоровью населения при
различной степени загрязнения
атмосферного воздуха»
(Обязательное)

Таблица – Градация популяционного здоровья и уровней риска в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Уровень риска	Градация популяционного здоровья	Приоритетность действий
Допустимая I	1×10^{-6} и менее приемлемый уровень риска	Адаптация / Компенсация / Резистентность (фоновый уровень заболеваемости)	Низкая приоритетность. Действующая система управления риском. Дополнительных мер не требуется.
Слабая II	от 1×10^{-5} до 1×10^{-6} условно приемлемый уровень риска*		
Умеренная III	от 1×10^{-4} до 1×10^{-5} допустимый уровень риска	Напряжение адаптации (достоверное превышение фонового уровня заболеваемости)	Средняя приоритетность. Идентификация опасности и принятие решений о снижении уровней риска.
Сильная IV	от 1×10^{-3} до 1×10^{-4} неприемлемый уровень риска	Перенапряжение адаптации (достоверное превышение фонового и высшей границы фонового уровня заболеваемости)	Высокая приоритетность. Идентификация опасности, проведение исследований по оценке риска для здоровья и одновременное осуществление экстренных мер по снижению риска.
Опасная V	1×10^{-3} и более недопустимый уровень риска	Срыв адаптации (превышение фонового уровня заболеваемости в несколько раз).	Высокая приоритетность. Срочное принятие комплекса экстренных мер по снижению риска.

* – уровень, на котором установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов для населения в целом.