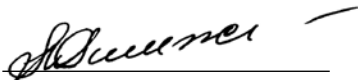


**МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ  
РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ**

УТВЕРЖДАЮ

Заместитель министра здравоохранения,  
Главный государственный санитарный врач



М.И. Римжа

12 апреля 2005 г.

Регистрационный № 24-0205

**МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКА ВЛИЯНИЯ  
КОНЦЕНТРАЦИЙ ОЗОНА НА ЗДОРОВЬЕ  
ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ**

Инструкция по применению

**Учреждения-разработчики:** Республиканский научно-практический центр гигиены, Республиканский центр гигиены, эпидемиологии и общественного здоровья, Национальный научно-исследовательский центр мониторинга озоносферы БГУ

**Авторы:** д-р мед. наук, проф. С.М. Соколов, канд. мед. наук Т.Е. Науменко, канд. биол. наук Т.Д. Гриценко, С.Т. Андрианова, В.И. Курлович, А.Е. Пшегорода, д-р мед. наук, проф. В.П. Филонов, канд. физ.-мат. наук А.Н. Красовский, канд. физ.-мат. наук Л.М. Болотько, канд. физ.-мат. наук В.И. Покаташкин

## ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Озон в приземном слое атмосферы является основным вредным компонентом городского фотохимического смога, а также индикатором еще более опасных фотооксидантов, поэтому контроль содержания озона ведется в развитых странах мира в обязательном порядке. Озон представляет собой вторичное загрязняющее вещество, образующееся в атмосфере в результате фотохимических реакций своих предшественников (прекурсоров — летучих органических соединений, оксидов азота, оксида углерода) под воздействием коротковолнового солнечного излучения. В Беларуси в рамках Национальной системы мониторинга окружающей среды контроль содержания озона в приземном слое атмосферы не осуществляется.

Проблема доказательности влияния экологических факторов на здоровье человека влечет необходимость контроля состояния окружающей среды современными аппаратно-техническими средствами и использования современных диагностических методик оценки и профилактики экологически индуцированных заболеваний. Элементы оценки риска включены в систему методов анализа санитарно-эпидемиологической и экологической ситуации, в структуру социально-гигиенического мониторинга.

Гигиеническая оценка региональной экспозиции озона, ранжирование территории города (региона) по степени риска антропогенной нагрузки озона и предшественников озона используются для разработки мер первоочередного снижения эмиссий прекурсоров озона в атмосферу.

Данная инструкция предназначена для социально-гигиенического мониторинга и на первом этапе будет использоваться Минским городским центром гигиены и эпидемиологии.

1. На первом этапе регулярные измерения концентрации приземного озона проводятся с использованием оптического трассового измерителя концентрации озона на Минской озонометрической станции № 354 Мировой озонометрической сети в г. Минске.

2. Достоверность получаемых данных подтверждается посредством сравнительных измерений с использованием портативного промышленного анализатора концентрации озона в воздушной среде TEI-49C (производства фирмы Termo Environmental Instruments, США).

3. Учетная форма данных по озону представлена в Приложении 1.

4. Рассчитываются следующие статистические параметры для озона на пункте наблюдения: максимальное среднее значение за 1 ч и максимальное из скользящих средних значений за 8 ч (как среднесуточное — 24 ч).

5. Среднее значение концентраций озона за год рассчитывается при соблюдении критериев полноты данных — наличие достоверных данных за летний период.

6. Информация о 8-часовой средней концентрации озона, превышающей  $110 \text{ мкг/м}^3$ , определяемой на пункте мониторинга за период май-август, является репрезентативной в пространственном отношении для радиуса 10 км и направляется в Европейское региональное бюро ВОЗ.

7. Распределение человеко-дней в зависимости от концентраций озона (для каждого интервала концентраций) рассчитывается следующим образом:

7.1. Количество дней, относящихся к интервалу концентрации, умножается на число населения, проживающего в зоне поста наблюдения.

7.2. Для расчета численности населения, проживающего в такой зоне, используются данные о плотности населения.

7.3. Полученные человеко-дни, просуммированные применительно к конкретному интервалу для всего населения, проживающего в указанных зонах, представляет собой частотное распределение человеко-дней в отдельно взятой стране (городе, районе).

8. Озон может попадать в организм человека с дыханием, проникая непосредственно в респираторную систему, так как он мало растворим в воде. Пиковая экспозиция при высоких концентрациях озона может обусловить изменение функции легких, появление воспалительных процессов и повышенной реактивности в дыхательных путях. Неблагоприятное воздействие озона также ассоциируется с ростом респираторной заболеваемости и астмой.

9. Население, подверженное риску воздействия концентраций озона, превышающих ПДК, одновременно подвергается риску воздействия типичных загрязнителей атмосферы (взвешенные вещества, диоксид серы, оксид углерода, формальдегид, оксиды азота, углеводороды, фенол, сероводород).

10. Оценка риска влияния на здоровье детского населения озона в сочетании с комбинацией атмосферных загрязнителей проводится на базе эпидемиологического популяционного метода. Необходимы длительные динамические наблюдения за содержанием озона в приземном слое атмосферы и адекватными индикаторными показателями здоровья населения, сопоставимыми во времени и пространстве.

11. Установление степени воздействия собственно озона в формировании заболеваемости населения на популяционном уровне возможно методами аналитического моделирования многомерных систем (многофакторный регрессионный, вариационный, дисперсионный, корреляционный, факторный анализ). Для статистической обработки информации о частотном распределении человеко-дней в зависимости от концентраций озона (для каждого интервала концентраций) разрабатывается программное обеспечение.

## **ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ**

**Интенсивный показатель (показатель частоты, уровня, распространенности)** — относительная величина, указывающая частоту явления в среде, которая его продуцирует (заболеваемость, рождаемость, смертность).

**Комбинированное воздействие** — одновременное воздействие нескольких химических веществ на организм.

**Концентрация загрязняющего вещества** — количество загрязняющего вещества в единице объема воздуха ( $\text{мг}/\text{м}^3$ ,  $\text{мкг}/\text{м}^3$ ).

**Оценка риска** — многоступенчатый процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных эффектов у человека, обусловленных воздействием факторов окружающей среды.

**Оценка экспозиции** — один из этапов оценки риска. Определение и оценка (качественное и количественное) уровней, продолжительности, частоты и путей воздействия исследуемых факторов на оцениваемые группы населения.

**Оценка экспозиции озона** — процесс измерения его количества в атмосферном воздухе в течение какого-либо точно установленного времени, сопровождающийся оценкой частоты и продолжительности воздействия.

**Первичная заболеваемость (собственно заболеваемость)** — совокупность новых, нигде ранее не учтенных и впервые в данном году выявленных заболеваний среди населения.

**Предельно допустимая концентрация (ПДК)** — максимальная концентрация, отнесенная к определенному периоду осреднения (20–30 мин — максимальная разовая (ПДК<sub>м.р.</sub>), 24 ч — среднесуточная (ПДК<sub>с.с.</sub>), месяц — среднемесячная (ПДК<sub>с.м.</sub>), год — среднегодовая (ПДК<sub>с.г.</sub>)), не оказывающая при регламентированной вероятности ее появления ни прямого, ни косвенного вредного действия на организм человека, включая отдаленные последствия для настоящего и последующих поколений, не снижающая его работоспособности и не ухудшающая его самочувствия.

**Процентиль (персентиль)** — статистическая величина, ниже которой лежит определенная доля совокупности. Например, 50-й, 90-й, 95-й процентиля.

**Риск для здоровья** — вероятность развития неблагоприятного эффекта у индивидуума или группы людей при воздействии определенной дозы или концентрации опасного агента.

**Сценарий воздействия (экспозиции)** — совокупность факторов, предложений, допущений и заключений о том, каким образом проходит воздействие (экспонируемые контингенты, маршрут воздействия, пути поступления и т.д.).

**Точка воздействия (рецепторная точка)** — место потенциального контакта организма с химическим веществом или физическим агентом.

**Экспозиция (воздействие)** — контакт организма с химическим агентом; количество агента, присутствующее на обменных оболочках тела (например, на коже, в легких, желудочно-кишечном тракте), доступное для абсорбции.

**Экспонируемая популяция** — популяция, подвергающаяся воздействию вредного фактора.

## **ОЦЕНКА РИСКА ВЛИЯНИЯ КОНЦЕНТРАЦИЙ ОЗОНА НА ЗДОРОВЬЕ ДЕТСКОГО НАСЕЛЕНИЯ**

1. Типологическая выборка районов формируется по степени загрязнения атмосферного воздуха типичными загрязнителями (При-

ложение 3) и по количеству человеко-дней с 8-часовой средней концентрацией озона, превышающей 110 мкг/м<sup>3</sup>.

2. В каждом из районов рекомендуется изучать здоровье детского населения по программе наблюдения, включающей основные экологозависимые патологии (код по МКБ-10) в отношении воздействия концентраций озона: болезни органов дыхания (J00–J98); пневмония (J12–J18); аллергический ринит (поллиноз) (J30.1); хронический ринит, назофарингит, фарингит, синусит (J31–J32); хронические болезни миндалин и аденоидов (J35); бронхит хронический и неуточненный, эмфизема (J40–J43); бронхиальная астма, астматический статус (J45, J46).

3. Абсолютные показатели заболеваний детей выкопировывают из формы № 31 Государственной статистической отчетности «Отчет о медицинской помощи детям» в разрезе детских поликлиник с последующим объединением сведений в масштабе изучаемого региона или города в целом.

Интенсивные показатели первичной заболеваемости детского населения отдельными важнейшими болезнями среди данного контингента рассчитываются по следующей формуле:

$$\text{Первичная заболеваемость} = \frac{\text{Число больных с диагнозом, установленным впервые в жизни}}{\text{Численность детского населения, проживающего на территории обслуживания данного лечебно-профилактического учреждения}} \times 100\,000 \quad 1)$$

4. Оценка риска влияния озона на здоровье детского населения проводится по расчету следующих статистических эпидемиологических параметров:

*Относительный риск* (ОР) — это дополнительное количество случаев к их естественному уровню. ОР — отношение показателей заболеваемости в группе лиц, подвергающихся влиянию изучаемого фактора (фактический уровень первичной заболеваемости детского населения —  $PЗ_{\text{факт.}}$ ), к тем же показателям у лиц, не подверженных влиянию этого фактора (фоновый уровень первичной заболеваемости детского населения —  $PЗ_{\text{фон.}}$ ).

$$OP = \frac{PЗ_{\text{факт.}}}{PЗ_{\text{фон.}}}, \text{ то есть} \quad 2)$$

$$OP = \frac{\text{Риск подвергшихся воздействию}}{\text{Риск не подвергшихся воздействию}} \text{ или} \frac{\text{Случаи заболевания среди подвергшихся воздействию}}{\text{Случаи заболевания среди не подвергшихся воздействию}} \quad 3)$$

*Абсолютный риск* (АР) — увеличение количества случаев на определенную группу лиц. АР — это разность показателей заболеваемости у лиц, подверженных и не подверженных действию фактора (значения от 1 до  $\infty$ ). Другими словами, это количество дополнительных заболеваний, возникших в результате воздействия озона на организм человека.

$$AP = PЗ_{\text{факт.}} - PЗ_{\text{фон.}} \quad 4)$$

*Атрибутивный популяционный риск* (АПР) представляет собой количественную оценку избыточной заболеваемости во всей популяции (PЗ) по отношению к заболеваемости в популяции, не подвергшейся воздействию (PЗ<sub>0</sub>).

$$APR = PЗ - PЗ_0, \quad 5)$$

где PЗ — случаи заболевания всей популяции (подвергшихся и не подвергшихся воздействию);

PЗ<sub>0</sub> — случаи заболевания среди не подвергшихся воздействию.

Однако рискованная ситуация может складываться таким образом, что практически все население, в том числе и детское, подвергается воздействию вредного фактора в той или иной степени.

*Относительный эпидемиологический риск* — отношение вероятности возникновения неблагоприятных эффектов в отношении здоровья населения под воздействием факторов окружающей среды в исследуемом районе к фоновым (контрольным) величинам. Относительный эпидемиологический риск определяется как вероятность отклонения изучаемого показателя от стандартной фоновой величины.

Расчет фоновых значений производится на основе информации об изучаемых показателях по исследуемым территориям не менее чем за 5 лет. За фоновое принимается среднее из 3 минимальных

значений по каждому из рассматриваемых видов патологии за последние пять временных интервалов ( $M \pm m, \sigma$ ).

*Эколого-эпидемиологический риск* рассматривается как вероятность отклонения каждого конкретного показателя здоровья за пределы диапазона нормальной вариации. Риск устанавливается по отклонению изучаемого показателя здоровья (заболеваемость, функциональные расстройства, смертность) ( $Z_{\text{факт.}}$ ) от его фонового (контрольного) значения ( $Z_{\text{фон.}}$ ). При этом фоновые и фактические значения используются для определения показателей относительного эпидемиологического риска по формуле:

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

где  $\sigma$  — среднее квадратическое отклонение.

По таблице интегральной функции нормального распределения Стьюдента устанавливается соответствующая размеру  $t$  величина  $R$ , которая и обозначает вероятностный эпидемиологический риск возникновения той или иной патологии на изучаемой территории.

При заданных параметрах нормального распределения целесообразно выделять интервалы степени риска экологической ситуации изучаемых территорий для состояния здоровья населения:

- минимальный риск —  $R < 0,312$ ;
- умеренный риск —  $R = 0,313 - 0,500$ ;
- повышенный риск —  $R = 0,501 - 0,688$ ;
- высокий риск —  $R > 0,689$ .

Установление степени воздействия собственно озона в формировании заболеваемости населения на популяционном уровне возможно методами аналитического моделирования многомерных систем.

В настоящее время имеется стандартное программное обеспечение для статистической обработки информации, в котором представлены регрессионный, вариационный, корреляционный, факторный анализы, а также руководство пользователя по программному обеспечению (STATGRAF, STATBAT, DELOGRAF, STADIA, STATISTICA). Все необходимые коэффициенты можно рассчитать и с помощью программы Microsoft Excel.

На основании длительного динамического наблюдения за содержанием озона и другими ксенобиотиками в приземном слое атмосферы



сферы и адекватными индикаторными показателями здоровья населения, сопоставимыми во времени и пространстве, рассчитывается серия математических моделей по формуле:

$$y_i = a + vx_i, \quad 7)$$

где  $y_i$  — теоретический (расчетный) уровень заболеваемости детей при заданном уровне загрязнения атмосферного воздуха;

$x_i$  — нормированные по ПДК концентрации озона, взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, формальдегида, оксида азота, углеводов, фенола, сероводорода в атмосфере;

$a$  — пороговый уровень заболеваемости детей при допустимом уровне загрязнения атмосферы;

$v$  — коэффициент, указывающий на величину возрастания заболеваемости детей.

Ориентировочный расчет увеличения заболеваемости детского населения под влиянием концентраций озона (для каждого интервала концентраций) проводится по следующей формуле:

$$Z_p = \frac{Z_i}{Z_0} \quad 8)$$

где  $Z_p$  — кратность увеличения заболеваемости детского населения;

$Z_i$  — фактический уровень заболеваемости детского населения;

$Z_0$  — пороговый уровень заболеваемости детского населения при допустимом уровне загрязнения атмосферы.

Статистическое прогнозирование уровней заболеваемости детского населения при краткосрочном наблюдении осуществляется с помощью вариационного анализа методом математического ожидания в доверительных интервалах диапазона заболеваемости.

Доверительный интервал определяется по формуле:

$$D = M + t \times m, \quad 9)$$

где  $D$  — доверительный интервал;

$M$  — средняя арифметическая;

$m$  — ошибка средней арифметической ( $t = 3,18$  при  $n = 3$ ;  $p = 0,05$ ).

При ретроспективном эпидемиологическом анализе заболеваемости детского населения при малом числе наблюдений, обусловленном ограничением территории проживания контингента иссле-

дования, сравнение уровней заболеваемости проводится с использованием распределения Пуассона для анализа редких событий.

Абсолютные числа заболеваний детей выкопировываются из медицинских карт, и доверительные границы интенсивных показателей определяются по формуле:

$$Y_{\max} = \frac{A_{\max} \times 1000}{N}; \quad Y_{\min} = \frac{A_{\min} \times 1000}{N} \quad (10)$$

где  $Y_{\max}$ ,  $Y_{\min}$  — уровень заболеваемости с доверительными интервалами;

$$A_{\max} = A_i + 1,96 \sqrt{A_i};$$

$$A_{\min} = A_i - 1,96 \sqrt{A_i};$$

$A_i$  — число заболеваний в интересующем году;

$N$  — численность детского населения.

Различия в уровнях заболеваемости считаются достоверными при расхождении доверительных границ.

5. При анализе краткосрочного воздействия на здоровье детей неблагоприятного фактора, в случае возникновения острых эффектов, требуется представление данных на более регулярной основе, порой ежедневно или ежечасно. Как известно, содержание озона в свободной тропосфере выше, чем у земной поверхности. Нисходящими потоками воздуха (антициклон) тропосферный озон опускается в нижние слои атмосферы. При этом существенно превышаются ПДК приземного озона.

6. Для установления рефлекторного острого влияния используют метод анкетирования (как более дешевый), обеспечивающий беспристрастные ответы и время на их обдумывание. Форма анкеты представлена в Приложении 2.

### **Измерение концентрации приземного озона методом дифференциальной оптической абсорбционной спектроскопии (методика выполнения измерений)**

1. Назначение. Методика выполнения измерения содержания приземного озона предназначена для определения концентрации озона в приземном слое атмосферы в натуральных условиях (без забора пробы). Определяется средняя концентрация озона по зондируемой трассе.

2. Метод измерений. Измерение содержания приземного озона выполняется методом дифференциальной оптической абсорбцион-

ной спектроскопии, который основан на измерении соотношения интенсивностей регистрируемых сигналов зондирующего излучения на двух (или более) длинах волн, одна из которых обязательно попадает в полосу поглощения молекул озона (возможно расположение обеих длин волн в спектре поглощения молекул озона). Измерение проводится для двух оптических путей: так называемой нулевой трассы и рабочей трассы. Измерения являются относительными: определяется соотношение четырех сигналов от зондирующего излучения (на двух длинах волн  $\lambda_1$  и  $\lambda_2$  для двух оптических путей).

3. Требования к погрешности измерений. Границы абсолютной погрешности результата измерения концентрации приземного озона не превышают значений  $\pm 5$  ppb (5 молекул озона на миллиард молекул воздуха) в пределах измеряемых концентраций 0–200 ppb при доверительной вероятности  $P = 0,95$ .

4. Средства измерений (см. табл.).

**Средства измерений**

№	Наименование технического средства	Тип	Основные метрологические характеристики
1	Монохроматор	МДР МСД	ТУ 3-3.1732-79. Обратная линейная дисперсия 1,3 нм/мм
2	Рулетка лазерная	РЛ 50	Предел допускаемого СКО измерения не более $\pm 1$ см
3	Термометр лабораторный	ТЛ-3	Предел допускаемой абсолютной погрешности $\pm 0,5^\circ \text{C}$
4	Барометр-анероид	БРФ-1М	Предел допускаемой абсолютной погрешности $\pm 2$ мм рт. ст.

5. Допускается применение других средств измерений, метрологические характеристики которых не хуже приведенных в таблице.

6. Условия измерений:

- температура окружающего воздуха —  $15\text{--}30^\circ \text{C}$ ;
- относительная влажность —  $75 \pm 20\%$ ;
- атмосферное давление —  $740 \pm 20$  мм рт. ст.;
- напряжение питающей сети —  $220 \pm 20$  В.

Указанные требования относятся к помещению, где расположены измерительные приборы и находится обслуживающий персонал.

7. Требования безопасности. Необходимо избегать попадания в глаза прямого и зеркально отраженного зондирующего излучения, для защиты использовать защитные стеклянные очки.

8. Требования к квалификации операторов. К выполнению измерений и обработке полученных результатов допускаются лица, прошедшие обучение и освоившие выполнение операций, предусмотренных методикой.

9. Подготовка к выполнению измерений. При подготовке к выполнению измерений необходимо включить блок питания источника излучения (лампа типа КГМ), блок управления монохроматором, блок микропроцессора, высоковольтный источник питания ФЭУ, компьютер. Прогреть приборы в течение 20 мин (для регистрации интенсивности зондирующего излучения).

10. Выполнение измерений:

10.1. Установить на монохроматоре длину волны  $\lambda_1$ . Произвести измерение интенсивности зондирующего излучения для нулевой трассы.

10.2. Повторить измерения п. 10.1. для длины волны  $\lambda_2$ .

10.3. Повторить измерения пп. 10.1–10.2 для рабочей трассы.

Измерения могут производиться как в ручном режиме, так и в автоматическом с помощью программы объектного компьютера.

11. Обработка результатов измерений. Средняя по трассе концентрация приземного озона рассчитывается по формуле:

$$n = \frac{1}{l\Delta\sigma}(D - l\Delta\beta), \quad (11)$$

где  $D = \ln(I_{n_1}/I_{0\lambda_1}) - \ln(I_{n_2}/I_{0\lambda_2})$  (отн. ед.);

$l$  — длина трассы (см);

$I_{n\lambda}$  — интенсивность сигнала на длине волны  $\lambda$  при прохождении рабочей трассы;

$I_{0\lambda}$  — интенсивность сигнала на длине волны  $\lambda$  при прохождении нулевой трассы;

$\sigma_\lambda$  — сечение поглощения озоном излучения с длиной волны  $\lambda$  (см<sup>2</sup>);

$\beta_\lambda$  — объемный коэффициент ослабления излучения вследствие молекулярного рассеяния (см<sup>-1</sup>);  $\Delta\sigma = \sigma_{\lambda_2} - \sigma_{\lambda_1}$ ,  $\Delta\beta = \beta_{\lambda_2} - \beta_{\lambda_1}$ .

12. Оформление результатов измерений. Ведется рабочий журнал, в котором фиксируются вид измерений, дата, экспериментальные и расчетные данные. Данные и условия измерений заносятся в базу данных объектного компьютера для хранения и дальнейшего анализа.

*Приложение 1*

**Учетная форма данных по озону.  
Распределение экспозиции  
населения по содержанию озона в атмосфере**

Календарный год	
Страна	
Город	
Общая численность населения (тысяч человек)	
Численность населения, для которого определяется распределение экспозиции (тысяч человек)	
Достоверные данные: – за год (дней) – зимой (дней) – летом (дней)	

**Таблица 1**

**Распределение дней по интервалам концентрации приземного озона**

<b>Концентрация озона (мкг/м<sup>3</sup>)</b>	<b>Общее количество дней</b>
<b>1</b>	<b>2</b>
≤10	
10–20	
20–30	
30–40	
40–50	
50–60	
60–70	
70–80	
80–90	
90–100	
100–110	
110–120	
120–130	
130–140	
140–150	
150–160	
160–170	
170–180	
180–190	
190–200	

Окончание таблицы 1

1	2
200–250	
250–300	
300–350	
350–400	
≥400	

Таблица 2

**Параметры расчетных величин концентрации приземного озона**

Статистический показатель	Фактические концентрации
98-й процентиль за год по выборке максимальных величин за сутки из средних за 1 ч	
Максимальная величина за год по выборке максимальных величин за сутки из средних за 1 ч	
Максимальная величина за зиму по выборке максимальных величин за сутки из средних за 1 ч	
Максимальная величина за лето по выборке максимальных величин за сутки из средних за 1 ч	
98-й процентиль за год по выборке максимальных величин за сутки из скользящих средних за 8 ч	
Максимальная величина за год по выборке максимальных величин за сутки из скользящих средних за 8 ч	
Максимальная величина за лето по выборке максимальных величин за сутки из скользящих средних за 8 ч	

*Приложение 2*

**Учетная форма данных по озону.  
Распределение экспозиции населения по рефлекторным  
реакциям на содержание озона в атмосфере**

Календарный год	
Адрес	
Дата	
Время	
Ф.И.О.	
Возраст/Пол	
Сведения о загрязнении воздушной среды: – интенсивное автомобильное движение – эмиссии промышленных предприятий – интенсивное автомобильное движение, эмиссии промышленных предприятий – чистый район	

<b>Ваше самочувствие на открытом пространстве: ЧТО БЕСПОКОИТ в настоящее время</b>	<b>Нет</b>	<b>Да</b>	<b>Сильно</b>	<b>Средне</b>	<b>Слабо</b>
1. Раздражение глаз					
2. Слезотечение					
3. Раздражение дыхательных путей					
4. Насморк					
5. Затрудненное дыхание					
6. Сдерживание дыхания					
7. Кашель					
8. Сухость в горле					
9. Рассеянность, вялость, головокружение (нейротокси- ческие симптомы)					
10. Неприятный запах и привкус (специфические реакции)					



### Приложение 3

#### Расчет суммарного показателя загрязнения атмосферы

В реальных условиях содержание вредных веществ в атмосферном воздухе может превышать гигиенические нормативы, в связи с чем возникает необходимость оценки степени опасности для населения фактического уровня загрязнения. Вероятность и скорость возникновения у населения неблагоприятных эффектов возможно установить по специальным критериям опасности загрязнения. Гигиеническая оценка степени опасности загрязнения атмосферного воздуха при одновременном присутствии нескольких вредных химических веществ в воздухе проводится по величине суммарного показателя загрязнения (Р), учитывающего кратность превышения ПДК, класс опасности вещества, количество совместно присутствующих загрязнителей в атмосфере. Данный показатель учитывает характер комбинированного действия вредных веществ по типу неполной суммы. Следует иметь в виду, что Р является условным показателем, вследствие того, что при длительном поступлении атмосферных загрязнений в организм человека характер их комбинированного действия в большинстве случаев остается пока неизвестным, и такое количественное его выражение максимально приближено к возможному биологическому воздействию.

Расчет Р проводится по формуле:

$$P_i = \sqrt{\sum_{i=1}^n K_i^2}, \quad (12)$$

где  $P_i$  — суммарный показатель загрязнения;

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

Современный алгоритм расчета Р использует для «приведения» нормированных по ПДК<sub>с.с.</sub> концентраций веществ разных классов опасности к таковым 3-го класса опасности следующие коэффициенты изоэффективности:

- 1-й класс — 2,0;
- 2-й класс — 1,5;
- 3-й класс — 1,0;

– 4-й класс — 0,8.

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивается в зависимости от величины Р по пяти степеням:

- I — допустимая;
- II — слабая;
- III — умеренная;
- IV — сильная;
- V — опасная.

Загрязнение I ст. является безопасным для здоровья населения, при загрязнении II–V ст. возникновение негативных эффектов возрастает с увеличением степени загрязнения атмосферы.

Пример расчета суммарного показателя загрязнения атмосферного воздуха приведен в табл. 1.

Таблица 1

**Пример расчета суммарного показателя  
загрязнения атмосферного воздуха**

Вещество	Класс опасности	ПДК <sub>с.с.</sub> , мг/м <sup>3</sup>	Среднее содержание, мг/м <sup>3</sup>	Кратность превышения ПДК <sub>с.с.</sub>	
				фактическая	приведенная к 3-му классу опасности
Пыль	3	0,15	0,4	2,76	2,76
Диоксид серы	3	0,2	0,14	0,7	0,7
Оксид углерода	4	3,0	2,0	0,67	0,5
Диоксид азота	2	0,1	0,1	1,0	1,5
Оксид азота	3	0,06	0,08	1,33	1,33
Сероводород	2	0,008	0,01	1,25	1,87
Сероуглерод	2	0,005	0,01	2,0	3,0
Фенол	2	0,003	0,006	2,0	3,0
Формальдегид	2	0,003	0,014	4,66	6,99

Составляется список вредных веществ, определяемых на данной территории, указываются класс опасности каждого вещества, среднегодовая концентрация (мг/м<sup>3</sup>), устанавливается кратность превышения ПДК<sub>с.с.</sub>, затем с помощью коэффициентов изоэффективности превышения ПДК<sub>с.с.</sub> веществ разных классов опасности «приводятся» к превышениям ПДК<sub>с.с.</sub> веществ 3-го класса опасности.

В заключение вычисляется суммарный Р и по оценочной табл. 2 устанавливается степень опасности загрязнения атмосферы в зависимости от количества вредных веществ и величины Р.

**Таблица 2**

**Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом вредных химических веществ**

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Величина 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

Градации популяционного здоровья и уровней риска в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха приведены в табл. 3.

**Таблица 3**

**Градации популяционного здоровья и уровней риска в зависимости от степени загрязнения атмосферного воздуха**

Степень загрязнения атмосферного воздуха	Уровень риска	Градации популяционного здоровья	Приоритетность действий
Опасная — V	1:1000 10 <sup>-3</sup> (E-03)* Риск оценивается как недопустимый	Срыв адаптации (превышение фонового уровня заболеваемости в несколько раз)	Высокая приоритетность. Срочное принятие комплекса экстренных мер по снижению риска
Сильная — IV	1:10000 10 <sup>-4</sup> (E-04)* Риск оценивается как неприемлемый	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

Окончание таблицы 3

Умеренная — III	1:100000 10 <sup>-5</sup> (E-05)* Риск считается достаточно высоким	Напряжение адаптации (достоверное превышение фонового уровня заболеваемости)	Средняя приоритетность. Идентификация опасности и принятие решений о снижении уровней риска
Слабая — II	1:1000000 10 <sup>-6</sup> (E-06)* Приемлемый уровень риска	Компенсация (фоновый уровень заболеваемости)	Низкая приоритетность. Действующая система управления риском
Допустимая — I	1:10000000 10 <sup>-7</sup> (E-07)* Приемлемый уровень риска	Адаптация (фоновый уровень заболеваемости)	Низкая приоритетность. Действующая система управления риском