

Э. И. ЛЕОНОВИЧ, И. В. СКОРОБОГАТАЯ

**ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ
НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ
ВОЗДУХЕ. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ**

Минск БГМУ 2019

ISBN 978-985-21-0312-1



9 789852 103121

МИНИСТЕРСТВО ЗДРАВООХРАНЕНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ
БЕЛОРУССКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ МЕДИЦИНСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
КАФЕДРА ГИГИЕНЫ ТРУДА

Э. И. ЛЕОНОВИЧ, И. В. СКОРОБОГАТАЯ

**ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ
НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ
ВОЗДУХЕ. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ
УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ**

Учебно-методическое пособие



Минск БГМУ 2019

УДК 614.71(075.8)

ББК 51.24я73

Л47

Рекомендовано Научно-методическим советом университета в качестве учебно-методического пособия 20.06.2018 г., протокол № 10

Р е ц е н з е н т ы: канд. мед. наук, доц. каф. общей гигиены П. Г. Новиков; каф. гигиены детей и подростков

Леонович, Э. И.

Л47 Оценка риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Гигиенические показатели уровня загрязнения атмосферы : учебно-методическое пособие / Э. И. Леонович, И. В. Скоробогатая. – Минск : БГМУ, 2019. – 48 с.

ISBN 978-985-21-0312-1.

Содержит основные аспекты гигиенической оценки загрязнений атмосферного воздуха населенных мест, включая методологию оценки риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе для корректировки размеров санитарно-защитной зоны.

Предназначено для студентов 5–6-го курса медико-профилактического факультета и врачей-специалистов.

УДК 614.71(075.8)

ББК 51.24я73

Учебное издание

Леонович Эдуард Иванович
Скоробогатая Инна Владимировна

**ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ
ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ
ВОЗДУХЕ. ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ
АТМОСФЕРЫ**

Учебно-методическое пособие

Ответственный за выпуск И. П. Семёнов

Редактор И. В. Дицко

Компьютерная вёрстка Н. М. Федорцовой

Подписано в печать 21.05.19. Формат 60×84/16. Бумага писчая «Снегурочка».

Ризография. Гарнитура «Times».

Усл. печ. л. 2,79. Уч.-изд. л. 2,22. Тираж 50 экз. Заказ 317.

Издатель и полиграфическое исполнение: учреждение образования

«Белорусский государственный медицинский университет».

Свидетельство о государственной регистрации издателя, изготовителя,

распространителя печатных изданий № 1/187 от 18.02.2014.

Ул. Ленинградская, 6, 220006, Минск.

ISBN 978-985-21-0312-1

© Леонович Э. И., Скоробогатая И. В., 2019

© УО «Белорусский государственный
медицинский университет», 2019

МОТИВАЦИОННАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА ТЕМЫ

Природа является неотъемлемой частью среды обитания человека, растений, животных. По данным Всемирной организации здравоохранения, здоровье человека зависит от состояния окружающей среды на 20 %, а в ряде случаев и более. Практически любой объект является источником химического загрязнения атмосферного воздуха и физических факторов воздействия. Химический состав воздуха должен обеспечивать жизнедеятельность человека без напряжения компенсаторных физиологических механизмов, не говоря уже о возможности возникновения патологических сдвигов в организме.

Применение методологии оценки риска для здоровья населения от воздействия химических факторов позволяет:

- разрабатывать механизмы и стратегию различных регулирующих мер по снижению риска;
- получать количественные характеристики ущерба здоровью от воздействия вредных факторов среды обитания человека с детальным представлением всех этапов исследований и анализом неопределенностей, присущих этому процессу;
- сравнивать и ранжировать различные по степени выраженности эффекты воздействия факторов среды обитания человека;
- устанавливать границы вариабельности величин риска и неопределенностей, связанных с ограниченностью исходных данных или с нерешенностью научных проблем;
- снижать неопределенности анализа в процессе принятия решений;
- устанавливать более надежные безопасные уровни воздействия и гигиенические нормативы, в том числе региональные уровни минимального риска и целевые концентрации, которые должны быть достигнуты в процессе осуществления профилактических и оздоровительных мероприятий;
- идентифицировать в конкретных условиях как наиболее подверженные неблагоприятному воздействию, так и наиболее чувствительные и восприимчивые подгруппы населения;
- определять приоритеты экологической политики и политики в области охраны здоровья населения на территориальном и особенно местном уровнях. Осуществлять первоочередное регулирование тех источников и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу для здоровья населения;
- выявлять наиболее критические области, где снижение уровня неопределенности приведет к наиболее достоверной оценке риска и, тем самым, обеспечит наилучшие способы его снижения;
- качественно и количественно характеризовать уровни риска, которые сохранились после применения мер по его снижению;
- корректировать планы проведения социально-гигиенического мониторинга с учетом приоритетных источников загрязнения среды обитания человека, приоритетных загрязненных сред и химических веществ, вносящих

наибольший вклад в риск развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов;

– осуществлять отбор прямых и косвенных индикаторов уровней экспозиции, состояния здоровья и рисков для целей социально-гигиенического мониторинга, в том числе мониторинга экспозиций и рисков;

– возможность совершенствования системы гигиенического нормирования и ее гармонизации с международно признанными принципами, критериями и методами установления безопасных уровней воздействия химических веществ.

Цель занятия: ознакомиться с методологией оценки риска здоровью населения от воздействия химических факторов, обусловленных выбросами и эмиссиями производственных объектов, для корректировки размеров санитарно-защитной зоны (СЗЗ).

Задачи занятия:

1. Сформировать понятие об оценке риска для жизни и здоровья населения от воздействия факторов окружающей среды.

2. Научиться идентифицировать источники выбросов загрязняющих веществ и приоритетные загрязняющие вещества в атмосферном воздухе для проведения процедуры оценки риска для жизни и здоровья населения.

3. Изучить методику расчетов величин хронического среднесуточного поступления химических веществ, их потенциального риска рефлекторного, хронического и канцерогенного действия, коэффициентов и индексов опасности при остром и хроническом ингаляционном воздействии загрязняющих веществ.

4. Изучить методику расчетов индексов канцерогенной опасности и ранговых индексов неканцерогенной опасности в районе расположения объекта.

5. Научиться давать гигиеническую оценку степени загрязнения атмосферного воздуха на основании расчетов суммарного показателя загрязнения (СПЗ, или «Р») и комплексного индекса загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА).

6. Научиться устанавливать класс опасности предприятия с определением размеров дискретной СЗЗ на основании валовых выбросов загрязняющих веществ.

Требования к исходному уровню знаний. Для полного освоения темы студенту необходимо знать из курсов:

– общей химии: экологические аспекты действия неорганических веществ;

– общей гигиены: гигиеническую характеристику химических факторов воздушной среды и их влияние на здоровье населения.

Контрольные вопросы из смежных дисциплин:

1. Гигиеническая характеристика основных источников загрязнения воздушного бассейна населенных мест.

2. Влияние загрязнений атмосферы на здоровье населения.

Контрольные вопросы по теме занятия:

1. Основные технические нормативные правовые акты, определяющие порядок проведения оценки рисков для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.
2. Методика расчета комплексного показателя загрязнения.
3. Гигиеническая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха.
4. Дифференциальная оценка класса опасности объекта.
5. Основные этапы проведения оценки риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

ОСНОВНЫЕ ТЕХНИЧЕСКИЕ НОРМАТИВНЫЕ ПРАВОВЫЕ АКТЫ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИЕ ПОРЯДОК ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Методы оценки степени опасности загрязнения атмосферного воздуха поселений комплексом веществ при превышении гигиенических нормативов. Гигиенические нормативы (ПДК и ОБУВ) адекватно отражают безопасный уровень каждого компонента загрязнения атмосферного воздуха для человека. Однако используя только ПДК отдельных веществ, невозможно адекватно оценить реальную степень опасности многокомпонентного загрязнения атмосферного воздуха с превышением гигиенического норматива, которое зачастую имеет место в современных городах.

Оценка риска для жизни и здоровья населения — процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных эффектов у человека, обусловленных воздействием факторов окружающей среды.

Для процедуры проведения оценки риска для жизни и здоровья населения необходима государственная санитарно-гигиеническая экспертиза проектов СЗЗ объектов, в которой указываются расчетные максимальные концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе базовой СЗЗ и/или расчетной СЗЗ, территории жилой, другой селитебной территории.

Основными техническими нормативными правовыми актами, определяющими порядок проведения данной работы, являются:

1. Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 340-З от 7 января 2012 г., согласно которому объектами, подлежащими государственной санитарно-гигиенической экспертизе, являются проекты СЗЗ организаций, сооружений и иных объектов, оказывающих воздействие на здоровье человека и окружающую среду и определяемых Министерством здравоохранения Республики Беларусь (Статья 16. Государственная санитарно-гигиеническая экспертиза).

2. Санитарные нормы и правила «Требования к санитарно-защитным зонам организаций, сооружений и иных объектов, оказывающих воздействие на здоровье человека и окружающую среду», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 11.10.2017 г. № 91.

3. Санитарные нормы и правила «Гигиенические требования к проектированию, строительству, капитальному ремонту, реконструкции, благоустройству объектов строительства и вводу объектов в эксплуатацию и проведению строительных работ», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 04.04.2014 г. № 24.

4. Санитарные нормы и правила «Требования к атмосферному воздуху населенных пунктов и мест массового отдыха населения», утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30.12.2016 г. № 141.

5. Нормативы ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе; нормативы ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения, утвержденные постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 ноября 2016 г. № 113, с дополнениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 ноября 2017 г. № 100; с дополнением, утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 22 декабря 2017 г. № 111; с дополнением, утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 9 января 2018 г. № 6.

6. Постановление Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 21 декабря 2010 г. № 174 «Об установлении классов опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, порядка отнесения загрязняющих веществ к определенным классам опасности загрязняющих веществ и о признании утратившим силу постановления Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 30 июня 2009 г. № 76», с дополнениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 25 апреля 2012 г. № 39; с дополнениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 8 августа 2013 г. № 72; с дополнением, утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 28 октября 2014 г. № 73; с дополнениями, утвержденными постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 26 апреля 2016 г. № 63; с дополнением, утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 20 ноября 2017 г. № 99; с дополнением, утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 22 декабря 2017 г. № 110; с дополнением, утвержденным постановлением Министерства здравоохранения Республики Беларусь от 9 января 2018 г. № 5.

7. Методические рекомендации по гигиенической оценке качества атмосферного воздуха и эколого-эпидемиологической оценке риска для здоровья населения, МР 113-9711, утвержденные Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 10.02.1998.

8. Инструкция № 18-0102 «Эпидемиологическая оценка риска влияния окружающей среды на здоровье населения», утвержденная Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 11.07.2002.

9. Руководство «Порядок проведения оценки риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду», № 1.1.11-8-7-2003 от 9.07.2003.

10. Инструкция по применению № 004-0617 «Оценка риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе», утвержденная Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 31.08.2017.

11. Инструкция по применению «Экспресс-оценка и прогнозирование влияния на здоровье населения шума, основных химических веществ при ингаляционном и пероральном поступлении», № 125-1106 от 05.01.2007.

12. Инструкция по применению «Дифференцированная шкала оценки класса опасности предприятия», № 208-1208, утвержденная постановлением Главного государственного санитарного врача Республики Беларусь от 30.12.2008.

13. Инструкция по применению «Гигиенические требования к составу проекта санитарно-защитной зоны», утвержденная заместителем министра — Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь 24.12.2010 г. № 120/1210.

14. Инструкция по применению «Методика оценки риска здоровью населения факторов среды обитания», утвержденная заместителем министра здравоохранения Республики Беларусь 08.06.2012, регистрационный № 025-1211.

15. Инструкция по применению «Метод аналитического (лабораторного) контроля загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе санитарно-защитной и жилой зоны», утвержденная заместителем министра — Главным государственным санитарным врачом Республики Беларусь от 25.03.2014.

16. Руководящий документ (РД) 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы».

17. Инструкция 2.1.9.11-9-208-2003 «Оценка состояния здоровья населения в условиях реально меняющегося загрязнения атмосферного воздуха».

ГИГИЕНИЧЕСКИЕ ПОКАЗАТЕЛИ УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

РАСЧЕТ КОМПЛЕКСНОГО ИНДЕКСА ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Для оценки степени суммарного загрязнения атмосферного воздуха рядом веществ используется комплексный индекс загрязнения атмосферного воздуха (КИЗА). Расчет КИЗА для одного вещества проводится по формуле:

$$L_i = \left(\frac{q_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{K_i},$$

где q_i — концентрация i -го вещества; ПДК_i — предельно допустимая концентрация соответствующего периода осреднения; K_i — безразмерный коэффициент, позволяющий привести степень загрязнения воздуха i -м веществом к степени загрязнения воздуха диоксидом серы. Значения K_i равны 0,9; 1,0; 1,3; 1,7 соответственно для 4, 3, 2 и 1-го классов опасности вещества.

КИЗА, учитывающий m веществ, присутствующих в атмосфере, рассчитывается по формуле:

$$I(m) = \sum_{i=1}^m \left(\frac{q_i}{\text{ПДК}_i} \right)^{K_i}.$$

КИЗА отражает уровень загрязнения атмосферы, т. е. показывает, во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха превышает допустимое значение по рассматриваемой совокупности примесей в целом. Характеристика суммарного загрязнения (КИЗА) позволяет учитывать концентрации примесей многих веществ (только выбрасываемых объектом) и представлять уровень загрязнения воздуха одним числом.

Значение КИЗА приоритетными веществами оценивается в соответствии с градацией (табл. 1).

Таблица 1

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха

КИЗА	Уровень
≤ 5	Низкий
$5 < \text{КИЗА} \leq 8$	Средний
$8 < \text{КИЗА} \leq 15$	Выше среднего
> 15	Значительно выше среднего

ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

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

Показатель «Р» учитывает характер комбинированного действия загрязняющих веществ по типу неполной суммы.

Следует иметь в виду, что показатель «Р» является относительным, так как 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 комплексного показателя «Р» проводится по формуле:

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

где P_i — суммарный показатель загрязнения; K_i — «нормированные» по ПДК концентрации веществ 1, 2, 4-го классов опасности, «приведенные» к таковой биологически эквивалентного 3-го класса опасности по коэффициентам изоэффективности.

Современный алгоритм расчета КИЗА использует для «приведения» нормированных по ПДК концентраций веществ разных классов опасности к таковым 3-го класса опасности следующие коэффициенты изоэффективности: 1 класс — 2,0; 2 класс — 1,5; 3 класс — 1,0; 4 класс — 0,8.

Фактическое загрязнение атмосферного воздуха населенных мест оценивается в зависимости от величины показателя «Р» по пяти степеням (табл. 2): I — допустимая, II — слабая, III — умеренная, IV — сильная, V — опасная.

Таблица 2

Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха комплексом загрязняющих химических веществ

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

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

Допустимой (I) степени загрязнения атмосферного воздуха соответствует такая градация популяционного здоровья населения, как «адаптация» (Низкая приоритетность действий. Действующая система управления риском. Дополнительные меры не требуются).

В реальных условиях содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе может вызывать возникновение у населения неблагоприятных эффектов, которые возможно установить по специальным критериям опасности загрязнения.

Согласно градации популяционного здоровья, допустимому уровню загрязнения атмосферы соответствует **фоновый уровень заболеваемости**

и такая градация популяционного здоровья населения, как «адаптация». Согласно шкале рисков уровень канцерогенного риска составляет 10^{-7} (один дополнительный случай рака в популяции 1 млн человек) и такой **риск считается приемлемым** (низкая приоритетность, действующая система управления риском, дополнительных мер не требуется) (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^{-3} (E-03) 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^{-4} (E-04) 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
Умеренная — III	1 : 100000 10^{-5} (E-05) Достаточно высокий	Напряжение адаптации (достоверное превышение фонового уровня заболеваемости)	Средняя приоритетность. Идентификация опасности и принятие решений о снижении уровней риска
Слабая — II	1 : 1000000 10^{-6} (E-06) Приемлемый	Компенсация/резистентность (фоновый уровень заболеваемости)	Низкая приоритетность. Действующая система управления риском. Дополнительные мер не требуется
Допустимая — I	1 : 10000000 10^{-7} (E-07) Приемлемый	Адаптация (фоновый уровень заболеваемости)	Низкая приоритетность. Действующая система управления риском. Дополнительные мер не требуется

ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНАЯ ОЦЕНКА КЛАССА ОПАСНОСТИ ОБЪЕКТА

Установление класса опасности предприятия проводится по относительному показателю, учитывающему объем выбросов предприятия (в т. ч. каждого компонента), и гигиеническим нормативам содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест, в соответствии с инструкцией по применению «Дифференцированная шкала оценки класса опасности предприятия» № 208-1208 от 30.12.2008 г.

Класс опасности предприятия учитывает годовой объем выбросов вредных веществ в атмосферный воздух, который является интегральным показателем мощности предприятия, отражает уровень технологического процесса, качество используемого сырья и топлива, полный или частичный технологи-

ческий цикл, ПДК среднегодового периода осреднения для каждого вида компонента выброса.

Определение класса опасности предприятия осуществляется по дифференцированной шкале.

Расчет относительного показателя опасности предприятия проводится по формуле:

$$ОП = \sum_i^n \frac{V_i}{ПДК_{с.г.}}$$

где ОП — относительный показатель опасности предприятия; V_i — объем или масса выброса каждого компонента или i -го вещества (тонн в год); n — количество загрязняющих веществ, входящих в состав выбросов; ПДК_{с.г.} — среднегодовая предельно допустимая концентрация i -го вещества (мкг/м³).

Оценка результатов расчета относительного показателя опасности предприятия проводится в соответствии с дифференцированной шкалой оценки класса опасности предприятия (табл. 4).

Таблица 4

Дифференцированная шкала оценки класса опасности предприятия

Класс предприятия	Степень опасности предприятия	Суммарный объем выбросов в атмосферный воздух, т/год	Показатель опасности предприятия	Размеры СЗЗ, м
I	Чрезвычайно опасные	100000–500000	> 1000,0	1000 и более
II	Высоко опасные	10000–< 100000	>600,0–1000,0	901–1000
			> 300,0–600,0	651–900
			> 100,0–300,0	501–650
III	Опасные	100–< 10000	> 60,0–100,0	401–500
			> 30,0–60,0	301–400
			> 1,0–30,0	201–300
IV	Умеренно опасные	0,5–< 100	> 0,60–1,0	151–200
			> 0,30–0,60	101–150
			> 0,01–0,30	51–100
V	Мало опасные	0,01–< 0,5	> 0,005–0,01	31–50
			0,001–0,005	11–30
			< 0,001	0–10

В соответствии с п. 18 инструкции по применению «Дифференцированная шкала оценки класса опасности предприятия» № 208-1208 от 30.12.2008, расчетный размер СЗЗ предприятия должен подтверждаться расчетами рассеивания выбросов загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, с учетом фонового загрязнения среды обитания и вклада действующих, строящихся и проектируемых предприятий, а также результатами оценки риска для жизни и здоровья населения от воздействия эмиссий предприятия.

ТЕРМИНЫ, ОПРЕДЕЛЕНИЯ И ФОРМУЛЫ ПО ПРОЦЕДУРЕ ПРОВЕДЕНИЯ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

Анализ риска — процесс оценки органами и учреждениями, осуществляющими государственный санитарный надзор, государственными органами и иными государственными организациями, осуществляющими ведомственный контроль в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения, медицинскими научными организациями общедоступной информации для выявления (обнаружения) и оценки рисков в целях принятия мер по предупреждению и минимизации этих рисков (управление рисками), а также в целях информирования в установленном порядке государственных органов, организаций, физических лиц, в том числе индивидуальных предпринимателей, о наличии рисков.

Доза потенциальная — количество загрязняющего вещества, находящегося на обменных оболочках организма (в легких, желудочно-кишечном тракте, на коже) и потенциально способного к абсорбции.

Доза среднесуточная пожизненная — оценка потенциальной суточной дозы, усредненная за весь период жизни человека.

Зависимость «доза – ответ» — корреляция между уровнем экспозиции (дозой) и долей экспонированной популяции, у которой развился специфический эффект.

Идентификация опасности — этап оценки риска, предусматривающий выявление всех потенциально опасных факторов, оценку весомости доказательств их способности вызывать определенные вредные эффекты у населения при предполагаемых условиях воздействия, а также отбор приоритетных факторов, подлежащих углубленному исследованию в процессе оценки риска.

Коэффициент опасности — отношение воздействующей дозы (или концентрации) загрязняющего вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия.

Индекс опасности — сумма коэффициентов опасности для загрязняющих веществ с однородным механизмом действия или сумма коэффициентов опасности для разных путей поступления загрязняющего вещества.

Критические органы или системы — те органы или системы, в которых при возрастании уровня дозы возникает первый вредный эффект или его известный предвестник.

Маршрут воздействия — физический путь загрязнения от источника его образования и поступления в окружающую среду до экспонируемого организма.

Неопределенность — ситуация, обусловленная несовершенством знаний о настоящем или будущем состоянии рассматриваемой системы; характеризует частичное отсутствие сведений об определенных параметрах, процессах или моделях, используемых при оценке риска.

Оценка зависимости «доза – ответ» — один из компонентов процедуры оценки риска, процесс характеристики связи между дозой введенного или полученного агента и числом случаев вредного для здоровья эффекта в экспонируемой популяции.

Оценка неопределенностей — количественный процесс, который может предусматривать как простые измерения (например, диапазонов) или простые аналитические методики (анализ чувствительности), так и более сложные способы анализа.

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

Оценка экспозиции — определение (качественное и количественное) и оценка уровней, продолжительности, частоты и путей воздействия исследуемых факторов на оцениваемые группы населения.

Поступление (в контексте оценки дозовых нагрузок) — процесс, посредством которого вещество достигает внешних обменных оболочек человеческого тела, но не переходит через них. Величина поступления характеризуется потенциальной дозой.

Путь поступления — способ контакта между организмом и потенциально вредным загрязняющим веществом (пероральное поступление, ингаляция, кожная абсорбция).

Распространение информации о риске — элемент анализа риска, предусматривающий взаимный обмен информацией о рисках между специалистами по оценке риска, лицами, принимающими управленческие решения, средствами массовой информации, заинтересованными группами и широкой общественностью.

Референтные (безопасные) уровни воздействия — дозы или концентрации загрязняющих веществ, воздействие которых на популяцию, включая ее чувствительные подгруппы, не вызовет каких бы то ни было уловимых вредных эффектов.

Риск — сочетание вероятности неблагоприятного воздействия на организм человека факторов среды его обитания, нарушения законодательства в области санитарно-эпидемиологического благополучия населения и последствий данного воздействия, ведущее к возникновению угрозы жизни и здоровью населения.

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

Риск канцерогенный — вероятность развития новообразований на протяжении всей жизни человека, обусловленная воздействием потенциального канцерогена. Канцерогенный риск представляет собой верхнюю доверительную границу дополнительного пожизненного риска.

Риск популяционный — агрегированная мера ожидаемой частоты эффектов среди всех подвергшихся воздействию людей.

Риск потенциальный — вероятность возникновения неблагоприятных последствий для организма человека при заданных условиях:

– немедленных эффектов, проявляющихся непосредственно в момент воздействия (неприятные запахи, раздражающие эффекты, различные физиологические реакции и пр.);

– длительного (хронического) воздействия, проявляющегося при накоплении достаточной для этого дозы в росте неспецифической патологии и т. д.;

– специфического действия, проявляющегося в возникновении специфических заболеваний или канцерогенных, иммуно-, эмбриотоксических и других подобных эффектов.

Риск приемлемый — уровень риска развития неблагоприятного эффекта, который не требует принятия дополнительных мер к его снижению.

Сценарий экспозиции — это совокупность факторов, научных предположений, допущений и заключений о том, каким образом происходит воздействие: воздействующие вещества, маршрут воздействия, точки воздействия, пути поступления загрязняющего вещества в организм человека, экспонируемые группы населения.

Управление риском — процесс принятия решений, включающий рассмотрение политических, социальных, экономических и технических факторов совместно с соответствующей информацией по оценке риска с целью разработки оптимальных решений по устранению или снижению уровней риска.

Факторы риска — факторы, провоцирующие или увеличивающие риск развития определенных заболеваний; некоторые факторы могут являться наследственными или приобретенными, но в любом случае их влияние проявляется при определенном воздействии.

Факторы (дескрипторы, характеристики, параметры) экспозиции — характерные измеряемые, рассчитываемые или принимаемые по умолчанию параметры, используемые для расчета поступления загрязняющего вещества в организм (например, продолжительность воздействия, легочная вентиляция, средняя масса тела).

Фактор канцерогенного потенциала (потенциал канцерогенный, фактор наклона) — мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития онкологического заболевания при воздействии канцерогена. Определяется как верхняя 95 % доверительная граница наклона зависимости «доза – ответ» в нижней линейной части кривой.

Характеристика риска — установление источников возникновения и степени выраженности рисков при конкретных сценариях и маршрутах воздействия изучаемых факторов. Данный этап оценки риска интегрирует информацию, полученную на предшествующих этапах, с целью ее последующего использования на стадии управления риском.

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

Методология оценки риска предусматривает проведение четырех основных этапов:

- идентификации опасности;
- оценки экспозиции;
- оценки зависимости «доза – эффект»;
- характеристики риска.

Формула для расчета величины поступления химического вещества:

$$LADD = \frac{C \cdot IR \cdot ED \cdot EF}{BW \cdot AT \cdot 365},$$

где $LADD$ — среднесуточная доза в течение жизни, мг/кг × сут; C — концентрация вещества в воздухе, мг/м³; IR — среднесуточный объем вдыхаемого воздуха, м³/сут; ED — продолжительность воздействия, лет; EF — частота воздействия, дней/год; BW — масса тела человека, кг; AT — период осреднения экспозиции, лет; 365 — число дней в году.

Формула для расчета потенциального риска рефлекторного действия:

$$1 \text{ класс } Prob = -9,15 + 11,66 \cdot \lg(C_i / \text{ПДК}_{\text{м.р.}});$$

$$2 \text{ класс } Prob = -5,51 + 7,49 \cdot \lg(C_i / \text{ПДК}_{\text{м.р.}});$$

$$3 \text{ класс } Prob = -2,35 + 3,73 \cdot \lg(C_i / \text{ПДК}_{\text{м.р.}});$$

$$4 \text{ класс } Prob = -1,41 + 2,33 \cdot \lg(C_i / \text{ПДК}_{\text{м.р.}}),$$

где C_i — концентрация воздействующего вещества, мг/м³; $\text{ПДК}_{\text{м.р.}}$ — максимально-разовая предельно допустимая концентрация, мг/м³ (табл. 6); $Prob$ — величина, связанная с риском по закону нормального вероятностного распределения.

$Prob$ и $Risk$ связаны табличным интегралом:

$$Risk = (1/\sqrt{2\pi}) \cdot \int_{-\infty}^{Prob} e^{-t/2} dt,$$

где $Risk$ — вероятность развития рефлекторных эффектов при кратковременном воздействии в заданных условиях (табл. 5).

Формула для расчета потенциального риска хронического действия:

$$Risk = 1 - \exp(\ln(0,84) \cdot (C / \text{ПДК}_{\text{ср}})^b / k_3),$$

где $Risk$ — вероятность развития неспецифических токсических эффектов при хронической интоксикации в заданных условиях; C — концентрация вещества, оказывающая воздействие за заданный период времени; $\text{ПДК}_{\text{ср}}$ — среднесуточная предельно допустимая концентрация; k_3 — коэффициент запаса (значения меняются в зависимости от класса опасности вещества: 1 класс — 7,5; 2 класс — 6,0; 3 класс — 4,5; 4 класс — 3); b — значения коэффициента меняются в зависимости от класса опасности вещества (1 класс — 2,35; 2 класс — 1,28; 3 класс — 1,0; 4 класс — 0,87).

Формулы для расчета острого и хронического комбинированного действия загрязняющих веществ. Потенциальный риск немедленного комбини-

рованного действия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе рассчитывается по формуле:

$$Risk_{\text{сумм}} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2) \cdot (1 - Risk_3) \cdot \dots \cdot (1 - Risk_n).$$

Потенциальный риск хронического комбинированного воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе рассчитывается по формуле:

$$Risk_{\text{сумм}} = 1 - (1 - Risk_1) \cdot (1 - Risk_2) \cdot (1 - Risk_3) \cdot \dots \cdot (1 - Risk_n).$$

Таблица 5

Нормальное вероятностное распределение

Prob	Risk	Prob	Risk
-3,0	0,001	0,1	0,540
-2,5	0,006	0,2	0,579
-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994
-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,50		

Формула для расчета коэффициента опасности:

$$HQ = AD / RfD \text{ или } HQ = AC / RfC,$$

где HQ — коэффициент опасности; AD — средняя доза, мг/кг; RfD — референтная доза, мг/кг; AC — средняя концентрация, мг/м³; RfC — референтная концентрация, мг/м³.

Формула для расчета индекса опасности:

$$HI = \sum HQ_i,$$

где HI — индекс опасности; HQ_i — коэффициент опасности для отдельного компонента смеси воздействующих веществ.

При неприемлемом (высоком) уровне риска отмечается достоверное превышение фонового уровня онкологической заболеваемости населения. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Планирование мероприятий по снижению рисков в этом случае должно основываться на результатах более углубленной оценки различных аспектов существующих проблем.

Таблица 6

Референтные концентрации для кратковременных ингаляционных воздействий

CAS	Вещество	Референтная концентрация, мкг/м ³	Максимальная разовая предельно-допустимая концентрация, мкг/м ³	Класс опасности	Лимитирующий показатель вредности	Критические органы/системы
1	2	3	4	5	6	7
10102-44-0	Азот (IV) оксид (азота диоксид)	470	250	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
10102-43-9	Азот (II) оксид (азота оксид)	720	400	3	Рефлекторное действие	Органы дыхания
7697-37-2	Азотная кислота	90	400	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
79-10-7	Акриловая кислота (акриловой кислоты нитрил, проп-2-енонитрил)	6000	100	3	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
107-13-1	Акрилонитрил	200	300	2	Резорбтивное действие	ЦНС
7664-41-7	Аммиак	350	200	4	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
7784-42-1	Арсин (водород мышьяковий)	200	20	2	Резорбтивное действие	Кровь
75-07-0	Ацетальдегид (уксусный альдегид, этаналь)	115	10	3	Рефлекторное действие	Глаза, слизистые
71-43-2	Бензол	150	100	2	Резорбтивное действие	Иммун., развитие, репрод.
7726-45-6	Бром	200	400	2	Резорбтивное действие	
74-83-9	Бромметан (бромистый метил)	200	200			ЦНС, органы дыхания
106-99-0	Бута-1,3-диен (1,3-бутадиен, дивинил)	110	3000	4	Рефлекторно-резорбтивное действие	Развитие
129-00-0	Бензо(d,e,f) фенантрен (пирен)	0,1	1 (ОБУВ)	1 (ОБУВ)		
7440-62-2	Ванадий	0,2				Органы дыхания

1	2	3	4	5	6	7
100-42-5	Винилбензол (стирол)	20000	40	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Глаза, органы дыхания
1314-62-1	Диванадий пентоксид (пыль) (ванадия пятиокись)	30	8	1	Резорбтивное действие	Органы дыхания
74-90-8	Гидроцианид (муравьиной кислоты нитрил, циановодород, синильная кислота)	300	30	2	Резорбтивное действие	ЦНС
77-47-4	Гексахлорциклопентадиен	0,02	1			
67-72-1	Гексахлорэтан (перхлорэтан)	58000	00	3	Резорбтивное действие	ЦНС
7647-01-0	Гидробромид (водород бромид, хлористоводородная кислота)	2000	1000	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания, глаза
298-04-4	Дисульфотон	6				ЦНС
75-09-2	Дихлорметан (метилхлорид, метилхлористый)	2100	8800	4	Рефлекторное действие	ЦНС
62-73-7	Дихлорофос	18				ЦНС
100-37-8	Диэтилэтаноламин 2- (N, N-Диэтиламино)этанол	100	40			
78-87-5	1,2-Дихлорпропан	230	1800	3	Резорбтивное действие	Органы дыхания
1300-21-6	1,2-Дихлорэтан (дихлорэтан)	80	3000	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Иммун.
123-91-1	Диоксан-1,4 (диэтилендиоксид)	6000	70			Глаза, органы дыхания
106-46-7	1,4-Дихлорбензол (п-дихлорбензол)	4800	35			Развитие
107-06-2	Дихлорэтан, 1,2-	800				Иммун.
	Ксилолы (смесь изомеров о-, м-, п-ксилол)	22000	200	3	Рефлекторное действие	ЦНС, глаза, органы дыхания
1319-77-3	Крезол (смесь изомеров о-, м-, п-трикрезол)	2200	5	3	Рефлекторное действие	Системн.
7440-50-8	Медь	100				Органы дыхания
7758-98-7	Медь сульфат	100				Органы дыхания

1	2	3	4	5	6	7
67-56-1	Метанол (метиловый спирт)	30000	1000	3	Рефлекторно-резорбтивное действие	ЦНС
60-34-4	Метилгидразин	0,94				
624-83-9	Метил изоцианат	4,7	3			Органы дыхания
1634-04-4	2-Метокси-2-метилпропан (метил-трет-бутиловый эфир)	7200	500	4	Рефлекторное действие	ЦНС
78-93-3	Метилэтилкетон (бутан-2-он)	30000	100	3		Глаза, органы дыхания, развитие
7440-38-2	Мышьак	0,4				Репрод., развитие
75-56-9	Метилоксиран (пропилена оксид, 1,2-эпокси-пропан)	6000	80	1	Рефлекторное действие	Глаза, органы дыхания
109-86-4	2-Метоксиэтанол (метилцеллозольв)	20	300			Кровь, репрод., развитие
108-10-1	4-Метилпентан-2-он (метилизобутилкетон)	30000	100	4	Рефлекторное действие	Органы дыхания
1310-73-2	Натрий гидроксид (натр едкий, сода каустическая)	5	10			Органы дыхания, глаза
7440-02-0	Никель (никель металлический)	3	10	2	Резорбтивное действие	Иммун., органы дыхания
13463-39-3	Никель карбонил	6				Иммун., органы дыхания
98-95-3	Нитробензол	500	8	2	Рефлекторное действие	
10028-15-6	Озон	180	160 1 час	1	Резорбтивное действие	Органы дыхания
56-38-2	Паратион	2				Биохим. (ХЭ)
2278-22-0	Пероксиацетилнитрат	8,8				Органы дыхания
67-64-1	Пропан-2-он (ацетон)	62000	350	4	Рефлекторное действие	ЦНС
6423-43-4	1,2-Пропандиол динитрат	20				ЦНС
107-02-8	Проп-2-ен-1-аль (акролеин)	0,1	30	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Глаза
67-63-0	Пропан-2-ол (изопропиловый спирт)	3000	600	3	Рефлекторное действие	Органы дыхания

1	2	3	4	5	6	7
7439-97-6	Ртуть	2				Развитие, репрод.
7783-06-4	Сероводород (водород сульфид)	100	8,0	2	Рефлекторное действие	Органы дыхания
7782-49-2	Селен аморфный	3	50			Органы дыхания, глаза
7446-09-5	Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ)	660	500	3	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
7664-93-9	Серная кислота	100	300	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
75-15-0	Сероуглерод	20000	30	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Репрод., развитие, кровь
14808-79-8	Сульфаты	50				Органы дыхания, системные
7440-36-0	Сурьма	0,4	10			Кровь
7440-28-0	Таллий	0				
95-94-3	1, 2, 4, 5-Тетрахлорбензол	30000	130			
56-23-5	Тетрахлорметан (углерод тетрахлорид, четыреххлористый углерод)	1300	4000	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Печень, репрод., развитие
127-18-4	Тетрахлорэтилен (перхлорэтилен)	1400	500	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	ЦНС, развитие, почки, печень, глаза, органы дыхания
78-00-2	Тетраэтилсвинец	4	0,003			ЦНС, системн.
108-88-3	Толуол (метилбензол)	3800	600	3	Рефлекторное действие	ЦНС, глаза, органы дыхания
156-60-5	Транс-1,2-дихлорэтилен	800				Печень
79-01-6	Трихлорэтилен	11000	4000	3	Рефлекторно-резорбтивное действие	ЦНС, развитие
121-44-8	Триэтиламин	3000	140	2	Рефлекторное действие	Органы дыхания, глаза
71-55-6	1,1,1-Трихлорэтан (метилхлороформ)	1000	2000	4	Рефлекторно-резорбтивное действие	ЦНС
96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	1,8	50	3	Резорбтивное действие	Органы дыхания
584-84-9	Толуилендиизоцианат	7	5	1	Рефлекторно-резорбтивное действие	

1	2	3	4	5	6	7
2902	Твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль)	300	300	3	Резорбтивное действие	Органы дыхания, системн.
0008	Твердые частицы, фракции размером до 10 мкм	150	150	3	Резорбтивное действие	Органы дыхания, системн.
0010	Твердые частицы, фракции размером до 2,5 мкм	65	65	3	Резорбтивное действие	Органы дыхания, системн.
67-66-3	Трихлорметан (хлороформ)	490	100	2	Резорбтивное действие	Печень, органы дыхания, репрод., развитие
630-08-0	Углерод оксид (окись углерода, угарный газ)	23000	5000	4	Резорбтивное действие	Серд.-сос. сист., развитие
64-19-7	Уксусная кислота	3700	200	3	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
7783-81-5	Уран гексафторид	3600				Почки
108-95-2	Фенол (гидроксибензол)	6000	10	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Глаза, органы дыхания
50-00-0	Формальдегид (метаналь)	48	30	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания, глаза
75-44-5	Фосген (дихлорангидрид угольной кислоты, углерода хлорокись)	4	3			Органы дыхания
7803-51-2	Фосфин (водород фосфористый)	130	10	2	Резорбтивное действие	Органы дыхания
12185-10-3	Фосфор (белый, желтый)	20	0,5			Органы дыхания
7782-41-4	Фтор	3000				Органы дыхания
16984-48-8	Фториды неорганические хорошо растворимые	250	30	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
7664-39-3	Фтористые газообразные соединения (в пересчете на фтор) (гидрофторид, фтористо-водородная кислота)	250	20	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания

1	2	3	4	5	6	7
7782-50-5	Хлор	200	100	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
74-87-3	Хлорметан (метил хлористый)	1000	60			ЦНС
76-06-2	Хлорпикрин	7				Органы дыхания
7782-50-5	Хлор	200	100	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	Органы дыхания
74-87-3	Хлорметан (метил хлористый)	1000	60			ЦНС
76-06-2	Хлорпикрин	7				Органы дыхания
79-11-8	Хлоруксусная кислота (моноклоруксусная кислота)	1,8	20			Органы дыхания
75-00-3	Хлорэтан (этилхлорид, этилхлористый)	39000	2000	4	Резорбтивное действие	Развитие
126-99-8	2-Хлорбута-1,3-диен (β-хлоропрен)	3500	20	2	Рефлекторно-резорбтивное действие	
75-01-4	Хлорэтилен (винилхлорид, хлорэтилен, этиленхлорид)	1300	15	1	Рефлекторное действие	Развитие, органы дыхания, ЦНС
106-89-8	(Хлорметил)оксиран (1-хлор-2,3-эпоксипропан, эпихлоргидрин)	3000	20	2	Рефлекторное действие	Глаза, органы дыхания
110-80-5	2-Этоксизтанол (этиловый эфир этиленгликоля, этилцеллозольв)	900	700			Репрод., развитие
817-95-8	2-Этоксизтилацетат (уксусной кислоты 2-этоксизтиловый эфир, целлозольвацетат)	300	1000			Репрод., развитие
64-17-5	Этанол (этиловый спирт)	100000	5000	4	Рефлекторное действие	ЦНС
141-78-6	Этилацетат (уксусной кислоты этиловый эфир)	140000	100	4	Рефлекторное действие	
100-41-4	Этилбензол	1000	20	3	Рефлекторное действие	Развитие
107-21-1	Этан-1,2-диол (гликоль, этиленгликоль)	1300	1000			Почки

1	2	3	4	5	6	7
107-15-3	Этилендиамин (1,2-диамино-этан)	2500	30			
75-08-1	Этантоиол (этил-меркаптан)	100	0,05	3	Рефлекторное действие	Органы дыхания

Формулы для расчета канцерогенного риска:

$$Cri = LADD \cdot SF_i,$$

где $LADD$ — среднесуточная доза в течение жизни, мг/кг × сут; SF_i — фактор канцерогенного потенциала (табл. 7).

$Cri = LADD \cdot SF_i \cdot 1\,000\,000$ — канцерогенный годовой популяционный риск (на 1 млн человек).

$Cri = LADD \cdot SF_i \cdot 1\,000\,000 / 70$ — канцерогенный годовой популяционный риск в течение жизни (на 1 млн человек).

Суммарный потенциальный индивидуальный канцерогенный риск для ингаляционного пути поступления рассчитывается по формуле:

$$TCR_a = \sum Cr_i.$$

Таблица 7

Фактор канцерогенного потенциала, (мг/(кг × сут))⁻¹ (ингаляционное воздействие)

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
1	115-02-6	Азасерин	2В		11
2	446-86-6	Азатиоприн	1		1,8
3	103-33-3	Азобензол	3	В2	0,11
4	79-06-1	Акриламид	2А	В2	4,5
5	107-13-1	Акрилонитрил	2В	В1	0,24
6	50-76-0	Актиномицин D	3		8700
7	1596-84-5	Алар		В2	0,018
8	15972-60-8	Алахлор		В2	0,068
9	309-00-2	Алдрин	3	В2	17
10	107-05-1	Аллил хлористый	3	С	0,021
11	68006-83-7	2-Амино-3-метил-9Н-пиридо[2,3-b]индол	2В		1,2
12	67730-11-4	2-Амино-6-метилдипиридо(1,2-а:3',2'-d)имидазол	2В		4,8
13	26148-68-5	2-Амино-9Н-пиридо[2,3-b]индол	2В		0,4
14	117-79-3	2-Аминоантрахинон	3		0,033
15	67730-10-3	2-Аминодипиридо(1,2-а:3',2'-d)имидазол	2В		1,4
16	82-28-0	1-Амино-2-метилантра-хинон	3		0,15
17	92-67-1	4-Аминодифенил	1	А	21
18	6109-97-3	3-Амино-9-этилкарбазол гидрохлорид			0,078
19	97-56-3	о-Аминоазотолуол	2В		3,8
20	61-82-5	Амитрол	3	В2	0,91
21	62-53-3	Анилин	3	В2	0,0057
22	74115-24-5	Апполо		С	
23	140-57-8	Арамит	2В	В2	0,025
24	12674-11-2	Арохлор 1016			0,07
25	11104-28-2	Арохлор 1221			2

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
26	11141-16-5	Арохлор 1232			2
27	12672-29-6	Арохлор 1248			2
28	53469-21-9	Арохлор 1252	2А	В2	2
29	11097-69-1	Арохлор 1254	2А	В2	2
30	11096-82-5	Арохлор 1260			2
31	1332-21-4	Асбесты	1	А	22
32	1912-24-9	Атразин	3	Е	0,22
33	492-80-8	Аурамин	2В		0,88
34	75-07-0	Ацетальдегид	2В	В2	0,0077
35	60-35-5	Ацетамид	2В	С	0,07
36	53-96-3	Ацетиламинофлуорен		В2	3,8
37	34256-82-1	Ацетохлор		В2	
38	62-44-2	п-Ацетофенетидин	2А		0,0022
39	30560-19-1	Ацефат		С	0,0087
40	50594-66-6	Ацифлуорфен		В2	0,11
41	62476-59-9	Ацифлуорфен, натриевая соль		В2	
42	56-55-3	Бенз[а]антрацен	2А	В2	0,31
43	92-87-5	Бензидин	1	А	234
44	100-44-7	Бензил хлористый	2А	В2	0,17
45	8006-61-9	Бензин	2В	В2	0,035
46	50-32-8	Бензо(а)пирен	2А	В2	3,9
47	205-99-2	Бензо[б]флуорантен	2В	В2	0,39
48	205-82-3	Бензо[і]флуорантен	2В		0,39
49	207-08-9	Бензо[к]флуорантен	2В	В2	0,039
50	71-43-2	Бензол	1	А	0,027
51	98-07-7	Бензотрихлорид	2А	В2	13
52	17804-35-2	Беномил		С	0,0042
53	7440-41-7	Бериллий	1	В1	8,4
54	1304-56-9	Бериллий оксид	1	В2	7
55	13510-49-1	Бериллий сульфат (1 : 1)	1		3000
56	39638-32-9	Бис(2-хлоризопропиловый) эфир			0,035
57	111-44-4	Бис(2-хлорэтиловый) эфир	3	В2	2,5
58	72-55-9	2,2-Бис(п-хлорфенил)-1,1-дихлорэтилен	2В	В2	0,34
59	82657-04-3	Бифентрин		С	0,054
60	132-27-4	2-Бифенилол, натриевая соль	2В	В2	0,003
61	10605-21-7	БМК		С	0,0042
62	15541-45-4	Броматы		2В	
63	67774-32-7	Бромдифенилы	2В	В2	30
64	75-27-4	Бромдихлорметан	2В	В2	0,13
65	1689-84-5	Бромоксинил		С	
66	75-25-2	Бромформ	3	В2	0,0039
67	593-60-2	Бромэтен	2А	В2	0,11
68	78-48-8	Бутифос		С	
69	106-99-0	1,3-Бугадиен	2А	В2	0,105
70	25013-16-5	2-Трет-бутил-4-метоксифенол	2В		0,0002
71	3068-88-0	Бета-бутиролактон	2В		1
72	75-01-4	Винилхлорид	1	С	0,27
73	69806-40-2	Галоксифоп-метил		В2	

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
74	79983-71-4	Гексаконазол		C	
75	608-73-1	Гексахлоран	2B	B2	1,78
76	118-74-1	Гексахлорбензол	2B	B2	1,8
77	87-68-3	Гексахлорбутадиен	3	C	0,077
78	34465-46-8	Гексахлордibenзо-п-диоксин			13000
79	67-72-1	Гексахлорэтан	2B	C	0,014
80	39227-28-6	1,2,3,4,7,8-Гексахлордibenзо-п-диоксин		B2	16000
81	70648-26-9	1,2,3,4,7,8-Гексахлордibenзофуран		B2	16000
82	57653-85-7	1,2,3,6,7,8-Гексахлордibenзо-п-диоксин	3	B2	16000
83	57117-44-9	1,2,3,6,7,8-Гексахлордibenзофуран		B2	16000
84	19408-74-3	1,2,3,7,8,9-Гексахлордibenзо-п-диоксин	3	B2	4550
85	72918-21-9	1,2,3,7,8,9-Гексахлордibenзофуран		B2	16000
86	38380-08-4	2,3,3',4,4',5-Гексахлорбифенил			75
87	60851-34-5	2,3,4,6,7,8-Гексахлордibenзофуран		B2	16000
88	32774-16-6	3,3',4,4',5,5'-Гексахлорбифенил	2A	B2	13
89	35822-46-9	1,2,3,4,6,7,8-Гептахлордibenзо-п-диоксин	3	B2	1600
90	67562-39-4	1,2,3,4,6,7,8-Гептахлордibenзофуран		B2	1600
91	55673-89-7	1,2,3,4,7,8,9-Гептахлордibenзофуран	3	B2	1300
92	76-44-8	Гептахлор	2B	B2	4,5
93	1024-57-3	Гептахлорэпоксид	2B	B2	9,1
94	302-01-2	Гидразин	2B	B2	17,1
95	7803-57-8	Гидразин гидрат			17
96	10034-93-2	Гидразин сульфат		B2	17
97	16568-02-8	Гиромитрин	3		10
98	1071-83-6	Глифосат		E	
99	4342-03-4	Дакарбазин	2B		49
100	1861-32-1	Дактал		C	
101	50-29-3	ДДТ	2B	B2	0,34
102	103-23-1	Ди(2-этилгексил)адипат	3	C	0,0012
103	117-81-7	Ди(2-этилгексил)фталат	3	B2	0,0084
104	2303-16-4	Диаллат	3	B2	0,061
105	224-42-0	Дибен[а, j]акридин	2B	C	0,39
106	226-36-8	Дибенз[а, h]акридин	2B	C	0,39
107	53-70-3	Дибензо(а, h)антрацен	2A	B2	3,1
108	189-64-0	Дибензо[а, h]пирен	2B	C	39
109	189-55-9	Дибензо[а, i]пирен	2B	C	39
110	191-30-0	Дибензо[а, l]пирен	2B	C	39
111		Дибензо[f, j]антрацен			3,9
112	124-48-1	Дибромхлорметан	3	C	0,094
113	94-58-6	Дигидросафрол	2B		0,044
114	101-90-6	Диглицидилрезорциновый эфир	2B		1,7
115	115-32-2	Дикофол	3	C	0,44
116	79-44-7	Диметилкарбамоилхлорид	2A	B2	13
117	77-78-1	Диметилсульфат	2A	B2	34
118	25321-14-6	Динитротолуол (смесь изомеров)			0,68
119	136-45-8	Ди-н-пропилизацинхомеронат		C	
120	1746-01-6	Диоксины (хлорированные дибензодиоксины)	1	B2	150000
121	1143-38-0	Дитранол	3		35

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
122	330-54-1	Диурон		B1	
123	119446-68-3	Дифеноконазол		C	
124	25321-22-6	Дихлорбензол		B2	0,024
125	75-09-2	Дихлорметан	2B	B2	0,0016
126	62-73-7	Дихлорофос	2B	B2	0,29
127	79-43-6	Дихлоруксусная кислота	2B	B2	
128	1300-21-6	Дихлорэтан			0,091
129	57-14-7	1,1-Диметилгидразин	2B	B2	550
130	542-88-1	1,1-Дихлордиметиловый эфир	1	A	46
131	75-34-3	1,1-Дихлорэтан		C	0,0057
132	75-35-4	1,1-Дихлорэтилен	3	C	0,0057
133	106-93-4	1,2-Дибромэтан	2A	B2	0,25
134	540-73-8	1,2-Диметилгидразин	2A	B2	550
135	122-66-7	1,2-Дифенилгидразин		B2	0,77
136	78-87-5	1,2-Дихлорпропан	3	B2	0,036
137	107-06-2	1,2-Дихлорэтан	2B	B2	0,072
138	540-59-0	1,2-Дихлорэтилен			1,2
139	541-73-1	1,3-Дихлорбензол	3	D	0,024
140	542-75-6	1,3-Дихлорпропен	2B	B2	0,004
141	10061-02-6	1,3-Дихлорпропен(Е), транс-			0,13
142	10061-01-5	1,3-Дихлорпропен(2), цис-			0,13
143	123-91-1	1,4-Диоксан	2B	B2	0,027
144	123-31-9	1,4-Диоксибензол	3	C	0,056
145	106-46-7	1,4-Дихлорбензол	2B	C	0,04
146	764-41-0	1,4-Дихлорбут-2-ен	3	B2	9,3
147	42397-64-8	1,6-Динитропирен	2B	C	39
148	117-10-2	1,8-Дигидроксиантрахинон	2B		0,076
149	42397-65-9	1,8-Динитропирен	2B	C	3,9
150		2,4-/2,6-Динитротолуол, смесь изомеров	B2		
151	94-75-7	2,4-Д	3	D	0,019
152	1928-43-4	2,4-Д, 2-этилгексиловый эфир			
153	615-05-4	2,4-Диаминоанизол	2B	C	0,023
154	39156-41-7	2,4-Диаминоанизол сульфат			0,013
155	95-68-1	2,4-Диметиланилин	3	C	0,75
156	21436-96-4	2,4-Диметиланилин гидрохлорид		C	0,58
157	121-14-2	2,4-Динитротолуол	2B	C	0,31
158	119-93-7	3,3'-Диметилбензидин	2B	B2	9,2
159	119-90-4	3,3'-Диметоксибензидин	2B	B2	0,014
160	91-94-1	3,3'-Дихлорбензидин	2B	B2	1,2
161	60-11-7	4-Диметиламиноазобензол	2B	C	4,56
162	57-97-6	7,12-Диметилбенз[а]антрацен		C	250
163	194-59-2	7-Н-Дибензо[с, g]карбазол	2B		
164	108-60-1	2,2'-Дихлоризопропиловый эфир	3	C	0,035
165	606-20-2	2,6-Динитротолуол	2B	B2	0,68
166	101-77-9	4,4'-Диаминодифенилметан	2B		1,6
167	148-18-5	N,N-Диэтилдитиокарбамат натрия	3	C	0,27
168	60-57-1	Диэдрин	3	B2	16
169	56-53-1	Диэтилстильбэстрол	1	A	490

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
170	78-59-1	Изофорон		C	0,00095
171	51338-27-3	Иллоксан		C	
172	35554-44-0	Имазалил		B	
173	193-39-5	Индено[1,2,3-с, d]пирен	2B	B2	0,39
174	505-60-2	Иприт	1	A	
175	36734-19-7	Ипродион		B2	0,0439
176	74-88-4	Иодметан	3	D	2,9
177	76180-96-6	3Н-Имидазо(4,5-f)хинолин, 2-амино-3-метил-	2A		1,4
178	7440-43-9	Кадмий	1	B1	6,3
179	75-60-5	Какодиловая кислота		B2	
180	7758-01-2	Калий бромат	2B	C	0,49
181	65996-93-2	Каменноугольные дегти; полициклические ароматические соединения	1	A	2,17
182	133-06-2	Каптан	3	B2	0,0023
183	2425-06-1	Каптофол	2A	B2	0,15
184	86-74-8	Карбазол	3	B2	0,02
185	63-25-2	Карбарил	3	C	0,0227
186	143-50-0	Кепон	2B	B2	16
187	90-94-8	Кетон Михлера		C	0,86
188	7440-48-4	Кобальт	2A	B1	9,8
189	143390-89-0	Крезоксим-метил		B2	
190	123-73-9	Кротональдегид	3	C	1,9
191	135-20-6	Купферрон		C	0,22
192	303-34-4	Лазеокарпин	2B		7,8
193	77501-63-4	Лактофен		B2	
194	58-89-9	Линдан	3	C	1,1
195	319-85-7	Бета-линдан	2B	C	1,85
196	330-55-2	Линурон		C	0,18
197	319-84-6	Альфа-линдан	2B	B2	6,3
198	12427-38-2	Манеб	3	B2	0,06
199	8018-01-7	Манкозеп		B2	
200	148-82-3	Мелфалан	1		130
201	137-42-8	Метам-натрий		B2	
202	60-34-4	Метилгидразин		B2	17,2
203	66-27-3	Метилметансульфонат	2A		0,099
204	56-04-2	Метилтиоурацил	2B		0,4
205	129-15-7	2-Метил-1-нитроантрахинон	2B		4,3
206	513-37-1	2-Метил-1-хлорпроп-1-ен	2B	C	0,045
207	563-47-3	2-Метил-3-хлорпроп-1-ен	3	C	0,14
208	99-55-8	2-Метил-5-нитроанилин	3	C	0,033
209	75-55-8	2-Метилазиридин	2B	B2	
210	95-53-4	2-Метиланилин	2A	B2	0,18
211	636-21-5	2-Метиланилин гидрохлорид		B2	0,13
212	1634-04-4	Метил-трет-бутиловый эфир	3	C	0,00015
213	51218-45-2	Метолахлор		C	0,00916
214	2385-85-5	Мирекс	2B	B2	18
215	50-07-7	Митомицин С	2B		8200
216	2212-67-1	Молинат		C	

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
217	315-22-0	Монокроталин	2B		10
218	2439-01-2	Морестан		B2	
219	99-59-2	2-Метокси-5-нитроанилин	3	B2	0,049
220	90-04-0	2-Метоксианилин	2B	C	0,14
221	134-29-2	2-Метоксибензамин гидрохлорид	2B		0,11
222	149-30-4	2-Меркаптобензотиазол		C	0,029
223	106-49-0	4-Метиланилин		C	0,19
224	120-71-8	5-Метил-2-метоксианилин	2B	C	0,15
225	3697-24-3	5-Метилхризен	2B	C	3,9
226	101-14-4	4,4'-Метиленбис(2-хлоранилин)	2A	B2	0,13
227	13552-44-8	4,4'-Метилендианилин дихлорид	2B		1,2
228	108-44-1	3-Метиланилин			0,24
229	56-49-5	3-Метилхолантрен		C	22
230	70-25-7	N-Метил-N'-нитрозо-N-нитрогуанидин	2A		8,3
231	7440-38-2	Мышьяк	1	A	12
232	192-65-4	Нафто(1,2,3,4-def)хризен	2B	C	3,9
233	91-20-3	Нафталин		C	0,12
234	7440-02-0	Никель	2B	A	0,84
235	13463-39-3	Никель карбонил		B2	0,91
236		Никель очищенный, пыль	1	A	0,84
237	12035-72-2	Никель субсульфид		A	1,68
238	139-13-9	Нитрилотриуксусная кислота	2B		0,0053
239	18662-53-8	Нитрилотриуксусная кислота, тринатриевая соль моногидрат	2B		0,01
240	55-63-0	Нитроглицерин			0,014
241	1836-75-5	Нитрофен	2B		0,082
242	121-73-3	m-Нитрохлорбензол	3	B2	0
243	555-84-0	Нифураден	2B		1,8
244	3570-75-0	Нифуртиазол	2B		2,3
245	51-98-9	Норестирен ацетат			
246	684-93-5	N-Нитрозо-N-метилмочевина	2A	B2	120
247	615-53-2	N-Нитрозо-N-метилуретан	2B		110
248	759-73-9	N-Нитрозо-N-этилмочевина	2A	B2	27
249	924-16-3	N-Нитрозодибутиламин	2B	B2	5,6
250	62-75-9	N-Нитрозодиметиламин	2A	B2	16
251	621-64-7	N-Нитрозодипропиламин	2B	B2	7
252	86-30-6	N-Нитрозодифениламин	3	B2	0,009
253	55-18-5	N-Нитрозодиэтиламин	2A	B2	36
254	10595-95-6	N-Нитрозометилэтиламин	2B	B2	22
255	59-89-2	N-Нитрозоморфолин	2B	C	6,7
256	16543-55-8	N'-Нитрозонорникотин	2B		1,4
257	100-75-4	N-Нитрозопиперидин	2B	C	9,4
258	930-55-2	N-Нитрозопирролидин	2B	B2	2,1
259	134-32-7	1-Нафтиламин	3		1,8
260	5522-43-0	1-Нитропирен	2B	C	0,39
261	1116-54-7	2,2'-(Нитрозоимино)диэтанол	2B	B2	2,8
262	100-01-6	4-Нитроанилин			
263	57835-92-4	4-Нитропирен	2B		0,39

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
264	99-99-0	4-Нитротолуол	3	C	
265	91-59-8	2-Нафтиламин	1	A	1,8
266	79-46-9	2-Нитропропан	2B	B2	9,4
267	88-72-2	2-Нитротолуол	3	B2	
268	607-57-8	2-Нитрофлуорен	2B	C	0,039
269	602-87-9	5-Нитроаценафтен	2B	C	0,13
270	7496-02-8	6-Нитрохризен	2B	C	39
271	156-10-5	N-(4-Нитрозофенил)анилин	3	C	0,022
272	99-09-2	3-Нитроанилин			
273	100-00-5	п-Нитрохлорбензол	3	B2	0,018
274	88-73-3	о-Нитрохлорбензол	3	B2	0,025
275	78-42-2	О,О,О-Трис-(2-этилгексил) фосфат		C	
276	64-67-5	О,О-Диэтилсульфат	2A		1,2
277		Общие углеводороды (по C)			0,035
278	77732-09-3	Оксадиксил		C	
279	42874-03-3	Оксифлуорфен		C	
280	3268-87-9	Октахлордибензо-п-диоксин	3		130
281	19044-88-3	Оризалин		C	
282	569-61-9	Основной красный 9	2B		0,25
283	39001-02-0	1,2,3,4,5,6,7,8-Октахлор-дибензофуран		B2	13
284	101-80-4	4,4'-Оксианилин	2B		0,14
285	87-84-3	Пентабром-6-хлорциклогексан		C	0,023
286	82-68-8	Пентахлорнитробензол	3	C	0,26
287	87-86-5	Пентахлорфенол	2B	B2	0,018
288	52645-53-1	Перметрин	3	C	0,0184
289	5160-02-1	Пигмент красный	3		0,0053
290	121-21-1	Пиретрин 1		B	
291	123343-16-8	Пиритиобак-натрий		C	
292	120-80-9	Пирокатехин	2B		0,009
293	1694-09-3	Пищевой фиолетовый 2	2B		0,02
294	1336-36-3	Полихлорированные бифенилы	2A	B2	0,4
295	65996-93-2	Полициклические органические вещества	1		0,7
296	3564-09-8	Понсо 3 R	2B		0,016
297	3761-53-3	Понсо МХ	2B		0,0045
298	671-16-9	Прокарбазин	2A		14
299	366-70-1	Прокарбазин гидрохлорид	2A		12
300	23950-58-5	Пронамид		B2	0,0154
301	139-40-2	Пропазин		C	
302	2312-35-8	Пропаргит		B2	
303	60207-90-1	Пропиконазол		C	
304	75-56-9	Пропиленоксид	2B	B2	0,013
305	51-52-5	Пропилтиоурацил	2B		1
306	114-26-1	Пропоксур		B2	0,00369
307	67747-09-5	Прохлорац		C	0,15
308	57-57-8	Бета-пропиолактон	2B		14
309	16071-86-6	Прямой коричневый 95	2B	A	6,7
310	2602-46-2	Прямой синий 6	2B	A	7,4
311	1937-37-7	Прямой черный 38	2B	A	7,4

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
312	40321-76-4	1,2,3,7,8-Пентахлордибензо-п-диоксин	3	B2	80000
313	109719-77-9	1,2,3,7,8-Пентахлордибензофуран		B2	8000
314	1120-71-4	1,3-Пропансультон	2B	C	2,4
315	32598-14-4	2,3,3',4,4'-Пентахлорбифенил			15
316	57117-41-6	2,3,4,7,8-Пентахлордибензофуран		B2	80000
317	57465-28-8	3,3',4,4',5-Пентахлорбифенил (PCB 126)	B2	2A	13000
318	50-55-5	Резерпин	3		11
319	50471-44-8	Ронилан		C	
320	19666-30-9	Ронстар		B2	
321	78587-05-0	Савей		C	
322		Сажа	1		0,0155
323	94-59-7	Сафрол	2B	B2	0,22
324	7439-92-1	Свинец	2A	B2	0,042
325	301-04-2	Свинец ацетат	3		0,28
326	1335-32-6	Свинец ацетат, основной	3		0,038
327	7758-97-6	Свинец хромат	1		
328	7446-27-7	Свинец (II) фосфат (3:2)	2B		
329	122-34-9	Симазин	3	C	0,12
330	2784-94-3	Синий N 1	2B		0,051
331	55283-68-6	Сонален		C	
332	10048-13-2	Стеригматоцистин	2B		35
333	100-42-5	Стирол	2B	C	0,002
334	96-09-3	Стиролоксид	2A		0,16
335	18883-66-4	Стрептозоцин	2B		ПО
336	95-06-7	Сульфаллат	2B		0,19
331	55283-68-6	Сонален		C	
332	10048-13-2	Стеригматоцистин	2B		35
333	100-42-5	Стирол	2B	C	0,002
334	96-09-3	Стиролоксид	2A		0,16
335	18883-66-4	Стрептозоцин	2B		ПО
336	95-06-7	Сульфаллат	2B		0,19
337	141776-32-1	Сульфосульфурон		B2	
338	32809-16-8	Сумилекс		B2	
339	33089-61-1	Тактик		C	
340	2593-15-9	Терракур		B2	
341	109-99-9	Тетрагидрофуран			0,0068
342	112281-77-3	Тетраконазол		B2	
343	56-23-5	Тетрахлорметан	2B	B2	0,053
344	118-75-2	Тетрахлорхинон		C	0,4
345	127-18-4	Тетрахлорэтилен	2A	B2	0,002
346	111988-49-9	Тиаклоприд			0,0406
347	153719-23-4	Тиаметоксам		B2	
348	62-55-5	Тиоацетамид	2B	C	6,1
349	59669-26-0	Тиодикарб		B2	
350	62-56-6	Тиомочевина	3	B2	0,072
351	52-24-4	Тиофосфамид	1		12
352	8001-35-2	Токсафен	2B	B2	1,1
353	91-08-7	Толуол-2,6-диизоцианат	2B	C	0,039

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
354	26471-62-5	Толуолдиизоцианат	2B		0,039
355	87820-88-0	Тралкоксидим		B2	
356	87820-88-0	Тралкоксидим			0,0048
357	25962-77-9	транс-2-[(Диметиламино)метиламино]-5-[2-(5-нитро-2-фурил)-винил]-1,3,4-оксадиазол	2B		39
358	55738-54-0	транс-2-[(Диметиламино)метиламино]-5-[2-(5-нитро-2-фурил)винил]-1,3,4-оксадиазол; CA S 25962-77-0	2B		0,44
359	1582-09-8	Трефлан	3	C	0,0077
360	115-96-8	Три(2-хлорэтил)фосфат	3	C	
361	2303-17-5	Триаллат		C	0,0832
362	712-68-5	Триафур	2B		16
363	126-73-8	Трибутилфосфат		B2	
364	512-56-1	Триметилфосфат		B2	0,037
365	62450-06-0	Триптофан P1	2B		26
366	62450-07-1	Триптофан P2	2B		3,2
367	126-72-7	Трис(2,3-дибромпропил) фосфат	2A	B2	2,3
368	76-87-9	Трифениловогогидроксид		B2	
369	79-01-6	Трихлорэтилен	2A	C	0,007
370	630-20-6	1,1,1,2-Тетрахлорэтан	3	C	0,026
371	79-34-5	1,1,2,2-Тетрахлорэтан	3	C	0,2
372	79-00-5	1,1,2-Трихлорэтан	3	C	0,057
373	96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	2A	B2	7
374	120-82-1	1,2,4-Трихлорбензол		D	
375	1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордibenзо-п-диоксин	1	B2/A	150000
376	51207-31-9	2,3,7,8-Тетрахлордibenзофуран		B2	16000
377	118-96-7	2,4,6-Тринитротолуол	3	C	0,03
378	634-93-5	2,4,6-Трихлоранилин		C	0,034
379	33663-50-2	2,4,6-Трихлоранилин гидрохлорид		C	0,029
380	88-06-2	2,4,6-Трихлорфенол	2B	B2	0,011
381	101-61-1	4,4'-Тетраметилдиаминодифенилметан	3	B2	0,046
382	72-54-8	4,4'-Тетрахлордифенилэтан	2B	B2	0,24
383	139-65-1	4,4'-Тиоданилин	2B		15
384	133-07-3	N-Трихлорметилтиофталимид	3	B2	0,0035
385	32598-13-3	3,3',4,4'-Тетрахлорбифенил	2A	B2	75
386	70362-50-4	3,4,4',5-Тетрахлорбифенил	2A	B2	13
387	2475-45-8	1,4,5,8-Тетрааминоантра хинон	2B		0,0045
388	584-84-9	2,4-Толуилендиизоцианат	2B	C	0,039
389	1333-86-4	Углерод черный	2B		0,017
390	51-79-6	Уретан	2B	C	1
391	94-78-0	Феназопиридин	2B		0,17
392	136-40-3	Феназопиридин гидрохлорид	2B		0,15
393	114369-43-6	Фенбуконазол		C	
394	3546-10-9	Фенестерин			150
395	95-54-5	Фенилен-1,2-диамин		B2	
396	95-80-7	Фенилен-2,4-диамин	2B	C	4
397	50-06-6	Фенобарбитал	2B		0,46
398	59-96-1	Феноксibenзамин	2B		3,1

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
399	63-92-3	Феноксibenзамин гидрохлорид	2B		2,7
400	79622-59-6	Флуазинам		D	
401	2164-17-2	Флуометурон	3	C	
402	117337-19-6	Флутацет-метил		B	0,57
403	17337-19-6	Флутиацет-метил		B1	
404	72178-02-0	Фомесафем		C	0,19
405	50-00-0	Формальдегид	1	B1	0,021
406	961-11-5	Фосфорная кислота, 2-хлор-1-(2,4,5-трихлорфенил) винил, диметиловый эфир	C		0,024
407	67-45-8	Фуразолидон	3	B2	3,8
408	59-87-0	Фурацилин	3	B2	9,4
409	3688-53-7	Фуриламид	2B		0,21
410	531-82-8	Фуриум	2B	B2	1,5
411	60568-05-0	Фурмециклокс		B2	0,03
412	90-43-7	2-Фенилфенол	3	B2	0,0019
413	91-22-5	Хинолин	3	B2	12
414	510-15-6	Хлорбензилат	3	B2	0,27
415	305-03-3	Хлорбутин	1		440
416	57-74-9	Хлордан	2B	B2	1,3
417	12789-03-6	Хлордан технический	2B	B2	0,35
418	73506-94-2	Хлордибромэтан			0
419	6164-98-3	Хлордимерформ	3	B2	
420	108171-26-2	Хлорированные парафины C12 (60 % хлора)	2B	C	0,089
421	74-87-3	Хлорметан	3	E	0,0063
422	107-30-2	Хлорметоксиметан	1	A	2,4
423	1897-45-6	Хлороталонил	3	B2	0,0031
424	67-66-3	Хлороформ	2B	B2	0,008
425	61788-33-8	Хлортерфенилы		B2	0,019
426	569-57-3	Хлортрианизен			240
427	25167-80-0	Хлорфенолы	2B		
428	115-28-6	Хлорэндиковая кислота	2B	D	0,091
429	75-00-3	Хлорэтан	3	B	0,0047
430	5216-25-1	п-Хлорбензотрихлорид		B2	20
431	218-01-9	Хризен	3	B2	0,0039
432	7440-47-3	Хром	3	A	42
433	18540-29-9	Хром (VI)	1	A	42
434	1333-82-0	Хром триоксид	1	A	42
435	7738-94-5	Хромовая кислота	1	A	42
436	95-69-2	4-Хлор-2-метиланилин	2A	C	0,27
437	106-47-8	4-Хлоранилин	2B	B2	0,0638
438	3165-93-3	4-Хлор-о-толуидин гидрохлорид	2A	B2	0,46
439	95-83-0	4-Хлор-о-фенилендиамин	2B	C	0,016
434	1333-82-0	Хром триоксид	1	A	42
435	7738-94-5	Хромовая кислота	1	A	42
436	95-69-2	4-Хлор-2-метиланилин	2A	C	0,27
437	106-47-8	4-Хлоранилин	2B	B2	0,0638
438	3165-93-3	4-Хлор-о-толуидин гидрохлорид	2A	B2	0,46
439	95-83-0	4-Хлор-о-фенилендиамин	2B	C	0,016

№	CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SFI
440	95-81-8	2-Хлор-5-метиланилин			8,4
441	75-29-6	2-Хлорпропан			0,13
442	96-12-8	3-Хлор-1,2-дибромпропан	2В	С	7
443	21725-46-2	Цианазин		С	0,84
444	420-04-2	Цианамид		С	
445	121-82-4	Циклонит		С	0,11
446	6055-19-2	Циклофосфамид гидрат	1		0,57
447	50-18-0	Циклофосфан	1		0,61
448	87-29-6	Циннамилантранилат	3		0,0046
449	52315-07-8	Циперметрин		С	0,019
450	113096-99-4	Ципроконазол		В2	0,08
451	94361-06-5	Ципроконазол (SAN 619 F)		В2	
452	66215-27-8	Циромазин		Е	0,0024
453		Эмиссии бензиновых двигателей без добавок свинца (по органическим веществам)	2В	В2	0,42
454		Эмиссии бензиновых двигателей без добавок свинца (по взвешенным веществам)	2В	В2	0,1785
455		Эмиссии бензиновых двигателей с добавками свинца (по взвешенным веществам)	2В	В2	0,056
456		Эмиссии дизельных двигателей	2А	В1	1Д
457	8007-45-2	Эмиссии доменного производства. Каменно-угольные смолы	1	А	2,17
458	106-89-8	Эпихлоргидрин	2А	В2	0,0042
459	50-28-2	Эстрадиол			39
460	140-88-5	Этилакрилат	2В	В2	0,048
461	100-41-4	Этилбензол	2В	Д	0,00385
462	151-56-4	Этиленимин	2В	В2	65
463	75-21-8	Этиленоксид	1	С	0,31
464	96-45-7	Этилентиомочевина	3	В2	0,045
465	62-50-0	Этилметансульфонат	2В	В2	
466	13194-48-4	Этопроп		В1	0,0281
467	80844-07-1	Этофенпрокс		С	

Формула для расчета индекса канцерогенной опасности:

$$HRI_{\text{канц}} = E \cdot Wc \cdot P / 10\,000,$$

где Wc — весовой коэффициент канцерогенной активности; P — численность человеческой популяции в баллах (< 1000 — 1 балл, 1000–100 000 — 2 балла, 100 000–1 000 000 — 3 балла, > 10 000 000 — 4 балла); E — величина условной экспозиции в баллах (выброс загрязняющих веществ < 10 т/год — 1 балл, 10–100 — 2 балла, 100–1000 — 3 балла, 1000–10 000 — 4 балла, > 10 000 — 5 баллов) (табл. 8).

Весовые коэффициенты для оценки канцерогенных эффектов

Фактор канцерогенного потенциала, (мкг/(кг × сут)) ⁻¹	Группы канцерогенности по классификации US EPA (по классификации МАИР)	
	A/B (1/2A)	C (2B)
	Весовые коэффициенты канцерогенной активности	
1	2	3
менее 5	10	1
5–50	100	10
50–500	1000	100
500–5000	10 000	1000
5000–50 000	100 000	10 000

Формула для расчета рангового индекса неканцерогенной опасности:

$$HRi_{\text{неканц}} = E \cdot TW \cdot P / 10000,$$

где TW — весовой коэффициент неканцерогенной активности; P — численность человеческой популяции в баллах (< 1000 — 1 балл, 1000–100 000 — 2 балла, 100 000–10 000 000 — 3 балла, > 10 000 000 — 4 балла); E — величина условной экспозиции в баллах (выброс загрязняющих веществ < 10 т/год — 1 балл, 10–100 — 2 балла, 100–1000 — 3 балла, 1000–10 000 — 4 балла, > 10 000 — 5 баллов) (табл. 9).

Таблица 9

Весовые коэффициенты неканцерогенной активности

Безопасная доза, мкг/кг	Безопасная концентрация (ПДКс.г.), мкг/м ³	Весовой коэффициент неканцерогенной активности
Менее 0,05	Менее 0,175	100000
0,05–0,5	0,175–1,75	10000
0,5–5	1,75–17,5	1000
5–50	17,5–175	100
50–500	175–1750	10
Более 500	Более 1750	1

ОЦЕНКА ВЕЛИЧИНЫ ПОТЕНЦИАЛЬНОГО РИСКА ПО НОРМАТИВНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

Оценку величины потенциального риска рефлекторного действия производят по следующим критериям:

1. *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.

2. *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 (неприятные запахи, рефлекторные реакции и пр.), тенденция к росту общей заболеваемо-

сти, обычно отслеживаемая по данным медицинской статистики или при проведении специальных исследований, как правило, не носит достоверного характера.

3. *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 (неприятные запахи, рефлекторные реакции и пр.), при тенденции к росту общей заболеваемости, которая, как правило, носит достоверный характер.

4. *Опасный* — более 50 % (более 0,50 в долях единицы). Возможны массовые случаи жалоб населения на различные дискомфортные состояния, связанные с воздействием оцениваемого фактора, при достоверной тенденции к росту общей заболеваемости, а также появлению других эффектов неблагоприятного воздействия (появление патологии, специфически связанной с типом воздействующего фактора и пр.).

5. *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, тенденция к росту смертности и пр.), которое должно оцениваться с использованием иных, более специфических моделей.

Величину *потенциального риска длительного (хронического) воздействия* следует оценивать по следующим критериям:

1. *Приемлемый* — до 5 % (или до 0,05 в долях единицы). Как правило, отсутствуют неблагоприятные медико-экологические тенденции.

2. *Удовлетворительный* — от 5 % до 16 % (или 0,05–0,16 в долях единицы). Как правило, возникает тенденция к росту неспецифической патологии.

3. *Неудовлетворительный* — от 16 % до 50 % (или 0,16–0,50 в долях единицы). Как правило, возникает достоверная тенденция к росту неспецифической патологии при появлении единичных случаев специфической патологии.

4. *Опасный* — более 50 % (или более 0,50 в долях единицы). Возникает достоверный рост неспецифической патологии при появлении значительного числа случаев специфической патологии, а также тенденция к увеличению смертности населения.

5. *Чрезвычайно опасный* — близкий к 100 % (или 1). Загрязнение окружающей среды в данном случае перешло в иное качественное состояние (появление случаев хронического отравления, изменение структуры заболеваемости, достоверная тенденция к росту смертности и пр.), которое должно оцениваться с использованием иных, более специфических моделей.

Величину *индивидуального канцерогенного риска* следует оценивать по критериям, представленным в табл. 10, 11.

Критерии индивидуального канцерогенного риска

Риск	Величина риска	Критерии риска
Приемлемый (минимальный)	1×10^{-6} и менее ($CR \leq 1 \times 10^{-6}$)	Для канцерогенов группы А по классификации US EPA и группы 1 по классификации МАИР
	Более 1×10^{-5} , но менее 1×10^{-4} ($1 \times 10^{-5} < CR < 1 \times 10^{-4}$)	Для канцерогенов группы В, С по классификации US EPA и групп 2А, 2В по классификации МАИР
Допустимый (низкий)	Более 1×10^{-6} , но менее или равный 1×10^{-4} ($1 \times 10^{-6} < CR \leq 1 \times 10^{-4}$)	Для канцерогенов группы А по классификации US EPA и группы 1 по классификации МАИР
	Более или равный 1×10^{-4} , но менее 1×10^{-3} ($1 \times 10^{-4} \leq CR < 1 \times 10^{-3}$)	Для канцерогенов группы В, С по классификации US EPA и групп 2А, 2В по классификации МАИР
Неприемлемый (высокий)	Более 1×10^{-4} ($CR > 1 \times 10^{-4}$)	Для канцерогенов всех групп. Как правило, возникает достоверная тенденция к росту неспецифической патологии при появлении единичных случаев специфической патологии

Приемлемый (минимальный) риск характеризуется фоновым уровнем онкологической заболеваемости населения. Данный риск не требует никаких дополнительных мероприятий и подлежит только периодическому контролю.

При *допустимом (низком)* уровне риска отмечается тенденция к росту фонового уровня заболеваемости. Данные уровни подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях при таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению.

Таблица 11

Оценка величины коэффициентов (индексов) опасности

Величина коэффициента (индекса)	Оценка риска	Критерии риска
До 1,0	Низкий (минимальный)	Фоновый уровень заболеваемости населения
1,0–5,0	Средний	Тенденция к росту фонового уровня заболеваемости
5,0–10,0	Высокий	Достоверное превышение фонового уровня заболеваемости
Более 10,0	Чрезвычайно высокий	Достоверное превышение высшей границы фонового уровня заболеваемости

ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ОТ ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ

ИДЕНТИФИКАЦИЯ ОПАСНОСТИ

Идентификация опасности является первым этапом проведения оценки риска для жизни и здоровья населения. Основной задачей этапа идентификации опасности является выбор приоритетных, индикаторных загрязняющих

веществ (0,01 в долях ПДК и более), изучение которых позволяет с достаточной надежностью охарактеризовать уровни риска нарушений в состоянии здоровья населения и источники его возникновения.

Идентификация опасности имеет скрининговый характер и предусматривает:

- установление и характеристику потенциально экспонируемой популяции;
- выявление источников загрязнения атмосферного воздуха и возможного их воздействия на население;
- предварительную формулировку сценария и маршрутов воздействия вредных факторов, выбор потенциально опасных загрязняющих веществ;
- характеристику опасности потенциально вредных эффектов загрязняющих веществ и оценку имеющихся данных о возможности развития этих эффектов у населения;
- анализ достаточности и надежности имеющихся данных о загрязнении атмосферного воздуха и разработку плана дополнительных исследований, необходимых для корректной оценки экспозиции;
- составление перечня приоритетных загрязняющих веществ;
- характеристику неопределенности идентификации опасности.

Процесс идентификации опасности потенциально канцерогенных загрязняющих веществ включает:

- установление степени доказанности канцерогенности исследуемого загрязняющего вещества для населения;
- выявление условий, при которых может реально проявиться канцерогенный эффект;
- оценку соответствия этих условий специфическим особенностям выбранного сценария воздействия.

В качестве потенциальных канцерогенов при оценке риска принимаются загрязняющие вещества, относящиеся к группам 1, 2А, 2В по классификации МАИР и А, В1, В2 по классификации US EPA.

При оценке риска развития неканцерогенных эффектов следует исходить из предположения о наличии порога вредного действия, ниже которого вредные эффекты не развиваются.

Предварительно на этапе идентификации опасности составляется максимально полный предварительный перечень приоритетных загрязняющих веществ, которые могут загрязнять атмосферный воздух на исследуемой территории.

Соблюдение действующих гигиенических нормативов не является основанием для исключения загрязняющего вещества из предварительного перечня приоритетных загрязняющих веществ.

ОЦЕНКА ЭКСПОЗИЦИИ

Оценка экспозиции — это процедура установления реальных дозовых аэроантропогенных нагрузок в отношении тех или иных групп населения.

Для расчета потенциальной дозы используется три категории переменных:

а) переменные, связанные с химическим веществом: концентрация в точке воздействия (рецепторной точке);

б) переменные, описывающие экспонируемую популяцию: скорость контакта с загрязненной средой, частота и продолжительность воздействия, масса тела, средняя продолжительность жизни;

в) переменные, определяющие время осреднения экспозиции.

При оценке экспозиции учитывается не только ее уровень (т. е. концентрация вещества в среде), но и фактор времени. Именно это дает возможность косвенно судить о получаемой дозе, даже если она не может быть определена непосредственно.

Расчет хронического среднесуточного поступления (дозы) химических веществ в организм человека, загрязняющих атмосферный воздух, проводился на основании данных о фоновых и расчетных концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

При расчете хронического среднесуточного поступления перевод максимально-разовых концентраций в концентрации длительного периода осреднения проводился на основании соотношений между среднегодовой, среднесуточной и максимально-разовой концентрациями как 1 : 4 : 10.

Хроническая среднесуточная доза устанавливалась при допущении, что население будет проживать на исследуемой территории в течение всей жизни. Значение потенциальных доз усреднялось с учетом массы тела и времени воздействия.

Взрослый человек рассматривается как индивидум, имеющий суточный объем вдыхания воздуха 20 м^3 (для детей менее 20 м^3) и продолжительность жизни 70 лет.

ОЦЕНКА ЗАВИСИМОСТИ «ДОЗА – ОТВЕТ»

Оценка зависимости «доза – ответ» — процесс установления количественной связи между уровнем воздействия и возникающими в результате этого вредными эффектами в состоянии здоровья.

Критерии оценки зависимости «доза – ответ» определяются механизмом воздействия на организм химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух. В ходе работы оценен потенциальный риск здоровью, связанный с химическим загрязнением атмосферного воздуха примесями, обладающими беспороговым (канцерогенным) и пороговым (неканцерогенным) механизмом воздействия.

При оценке влияния химических веществ, обладающих беспороговым механизмом воздействия, принимались во внимание два основных вида рисков:

– *индивидуальный канцерогенный риск* — дополнительный, над фоновым, риск для человека получить онкологическое заболевание в течение жизни при воздействии конкретного химического вещества в определенной концентрации;

– *популяционный канцерогенный риск*, отражающий дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть на протяжении жизни вследствие воздействия исследуемого фактора.

Оценка риска воздействия химических веществ, обладающих пороговым механизмом воздействия, осуществлялась путем сопоставления анализируемого уровня воздействия на человека с величиной референтной дозы.

Оценка риска развития неканцерогенных эффектов проводилась на основе расчета следующих показателей:

- потенциального риска рефлекторного действия;
- потенциального риска хронического воздействия;
- коэффициентов опасности;
- индексов опасности (табл. 12, 13).

Таблица 12

Расчет индексов канцерогенной опасности

Загрязняющее вещество	SFi	Весовой коэффициент канцерогенной активности	Количество баллов в зависимости от численности популяции под воздействием ЗВ	Количество баллов в зависимости от количества выбросов ЗВ (тн/год) — величина условной экспозиции	Индекс канцерогенной опасности

Таблица 13

Расчет индексов канцерогенной опасности и ранговых индексов неканцерогенной опасности

Загрязняющее вещество	Весовой коэффициент неканцерогенной активности	Количество баллов в зависимости от численности популяции под воздействием ЗВ	Количество баллов в зависимости от количества выбросов ЗВ (т/год) — величина условной экспозиции	Ранговый индекс неканцерогенной опасности

ПРИМЕРНОЕ ЗАКЛЮЧЕНИЕ ДЛЯ ОТЧЕТА ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ДЛЯ ЖИЗНИ И ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

1. Предприятие относится к **умеренно опасным предприятиям (IV класс)**, дискретный размер СЗЗ которого составляет **51–100 м**.

2. КИЗА комплексом приоритетных загрязняющих веществ оценивается как **низкий**.

3. Степень загрязнения атмосферного воздуха по расчетным значениям максимальных концентраций загрязняющих веществ в приземном слое ат-

мосферы соответствует **допустимой (I) степени** загрязнения атмосферного воздуха и такой риск считается **приемлемым**.

4. При допустимом уровне загрязнения атмосферы (приемлемом риске) прогнозируется **фоновый уровень заболеваемости** населения (адаптация, низкая приоритетность, действующая система управления риском, дополнительных мер не требуется).

5. Потенциальный риск развития рефлекторных эффектов немедленного действия всех загрязняющих веществ оценивается как **приемлемый (Risk < 0,05)**.

6. Величина потенциального риска немедленного действия (вероятность появления рефлекторных реакций) на уровне «приемлемый» свидетельствует об отсутствии дискомфортных состояний у населения, проживающего за пределами СЗЗ.

7. Потенциальный риск хронического действия всех загрязняющих веществ оценивается как **приемлемый (Risk < 0,05)**.

8. Величина потенциального риска хронического действия на уровне «приемлемый» свидетельствует об отсутствии неблагоприятных медико-экологических тенденций в развитии заболеваемости у населения, проживающего за пределами СЗЗ.

9. Коэффициент опасности развития неблагоприятных эффектов при остром ингаляционном воздействии загрязняющих веществ оценивается как **низкий (минимальный) (КО < 1,0)**.

10. Индекс опасности развития неблагоприятных эффектов при остром ингаляционном воздействии загрязняющих веществ со стороны органов и систем организма оценивается как **средний (1,0 < ИО < 5,0) и низкий (минимальный) (ИО < 1,0)**.

11. Коэффициент опасности развития неблагоприятных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии загрязняющих веществ оценивается как **низкий (минимальный) (КО < 1,0)**.

12. Индекс опасности развития неблагоприятных эффектов при хроническом ингаляционном воздействии загрязняющих веществ со стороны органов и систем организма оценивается как **низкий (минимальный) (ИО < 1,0)**.

13. Индивидуальный и популяционный годовой канцерогенный риск от воздействия канцерогенов оценивается как **приемлемый (минимальный)**.

14. Индекс канцерогенной опасности составляет от 0,0004 до 400,0 и ранговый индекс неканцерогенной опасности составляет от 0,0004 до 40,0.

15. Результат оценки риска для жизни и здоровья населения не является окончательным решением по установлению расчетных размеров СЗЗ. Расчетные размеры СЗЗ должны быть подтверждены результатами аналитического (лабораторного) контроля загрязняющих веществ и измерений физических факторов на границе СЗЗ, территории жилой застройки.

СИТУАЦИОННЫЕ ЗАДАЧИ

ЗАДАЧА № 1

Рассчитать суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха «Р», используя максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ на границе СЗЗ, представленные в таблице.

Наименование вещества	Концентрации, мг/м ³
Твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль)	0,075
Твердые частицы, фракции размером до 10 микрон	0,036
Углерод оксид (окись углерода, угарный газ)	0,686
Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ)	0,029
Азот (IV) оксид (азота диоксид)	0,034
Сероводород	0,0029
Аммиак	0,058
Формальдегид (метаналь)	0,018
Фенол (гидроксибензол)	0,0028
Бензол	0,004
Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)	0,000024
Кадмий и его соединения (в пересчете на кадмий)	0,000011
Бенз(а)пирен	0,64 (нг/м ³)

ЗАДАЧА № 2

Рассчитать суммарный показатель загрязнения атмосферного воздуха «Р». Максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ в долях ПДК м.р. представлены в таблице (по результатам рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на границе базовой СЗЗ — 100 м).

Наименование вещества	Доли ПДКм.р.
Азот (IV) оксид (азота диоксид) <i>(с учетом фона)</i>	0,29
Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ) <i>(с учетом фона)</i>	0,11
Углерод оксид (окись углерода, угарный газ) <i>(с учетом фона)</i>	0,59
Бенз(а)пирен <i>(фон)</i>	0,06
Фенол (гидроксибензол) <i>(с учетом фона)</i>	0,34
Поливиниловый спирт <i>(без учета фона)</i>	0,09
Формальдегид (метаналь) <i>(с учетом фона)</i>	0,60
Гексаметиленetetрамин (уротропин) <i>(без учета фона)</i>	0,09
Углеводороды предельные алифатического ряда C ₁₁ –C ₁₉ <i>(без учета фона)</i>	0,09
Твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) <i>(фон)</i>	0,46
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 % <i>(без учета фона)</i>	0,18

ЗАДАЧА № 3

Рассчитать КИЗА и по его значению определить возможность расположения жилой застройки в границах базовой СЗЗ — 100 м. Максимальные

приземные концентрации загрязняющих веществ в долях ПДКм.р. представлены в таблице (по результатам рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на территории жилой застройки усадебного типа, расположенной в границах базовой СЗЗ — 100 м).

Наименование вещества	Доли ПДКм.р.
Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ) (с учетом фона)	0,09
Углерод оксид (окись углерода, угарный газ) (с учетом фона)	0,56
Бенз(а)пирен (с учетом фона)	0,08
Фенол (гидроксibenзол) (с учетом фона)	0,31
Поливиниловый спирт (без учета фона)	0,05
Формальдегид (метаналь) (с учетом фона)	0,60
Гексаметиленetetрамин (уротропин) (без учета фона)	0,07
Углеводороды предельные алифатического ряда C ₁₁ –C ₁₉ (без учета фона)	0,08
Твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) (с учетом фона)	0,42
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 % (без учета фона)	0,14

ЗАДАЧА № 4

Рассчитать потенциальный риск рефлекторного и хронического действия, потенциальный канцерогенный риск, включая риски комбинированного воздействия, и по их значениям определить возможность расположения жилой застройки в границах базовой СЗЗ — 300 м.

Максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ по результатам их рассеивания на границе расчетной СЗЗ — 60 м (базовая СЗЗ — 300 м), установленной от ближайшего организованного стационарного источника выбросов загрязняющих веществ и территории жилой застройки усадебного типа, расположенной на расстоянии 75 м от ближайшего организованного стационарного источника выбросов загрязняющих веществ, в долях ПДКм.р. представлены в таблице.

Наименование загрязняющего вещества	Значения максимальных концентраций в долях ПДК (ОБУВ)					
	СЗЗ 300 м		СЗЗ 60 м		жилая застройка 75 м	
	без учета фона	с учетом фона	без учета фона	с учетом фона	без учета фона	с учетом фона
Азот (IV) оксид (азота диоксид)	0,01	0,15	0,02	0,16	0,02	0,16
Аммиак	0,01	0,30	0,01	0,30	0,02	0,31
Углерод черный (сажа)	0,00	–	0,00	–	0,00	–
Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ)	0,0	0,06	0,0	0,06	0,0	0,06
Сероводород	0,0	0,36	0,0	0,36	0,01	0,37
Углерод оксид (окись углерода, угарный газ)	0,0	0,14	0,0	0,14	0,0	0,14
Хлор	0,00	–	0,00	–	0,00	–

Наименование загрязняющего вещества	Значения максимальных концентраций в долях ПДК (ОБУВ)					
	СЗЗ 300 м		СЗЗ 60 м		жилая застройка 75 м	
	без учета фона	с учетом фона	без учета фона	с учетом фона	без учета фона	с учетом фона
Метан	0,00	–	0,00	–	0,00	–
Фенол (гидроксибензол)	0,0	0,28	0,0	0,28	0,0	0,28
Этилформиат (муравьиной кислоты этиловый эфир)	0,00	–	0,00	–	0,01	–
Пропиональдегид (пропаналь, пропионовый альдегид)	0,00	–	0,00	–	0,00	–
Гексановая кислота (капроновая кислота)	0,00	–	0,00	–	0,00	–
Метиламин (монометиламин)	0,00	–	0,00	–	0,01	–
Углеводороды предельные алифатического ряда C ₁₁ –C ₁₉	0,00	–	0,00	–	0,00	–
Твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль)	0,01	0,26	0,01	0,26	0,01	0,26
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	0,01	–	0,01	–	0,02	–

Задача № 5

Установить дискретный размер СЗЗ по относительному показателю опасности предприятия и его суммарному валовому (годовому) выбросу, если известно, что осуществляется выброс загрязняющих веществ, представленных в таблице.

Наименование вещества	Выброс вещества, т/год
Азот (IV) оксид (азота диоксид)	0,0038
Углерод оксид (окись углерода, угарный газ)	0,4372
Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ)	0,02535
Углерод черный (сажа)	0,00022
Углеводороды предельные алифатического ряда C ₁₁ –C ₁₉	0,004
Аммиак	0,06085
Метан	0,304
Сероводород	0,0002
Метиламин (монометиламин)	0,0001
Фенол (гидроксибензол)	0,00004
Метанол (метиловый спирт)	0,0002
Гексановая кислота (капроновая кислота)	0,0002
Диметилсульфид	0,0002
Этилформиат (муравьиной кислоты этиловый эфир)	0,0004
Пыль меховая (шерстяная, пуховая)	0,003
Пропиональдегид (пропаналь, пропионовый альдегид)	0,0002

Наименование вещества	Выброс вещества, т/год
Натрий гидроксид (натр едкий, сода каустическая)	7,6E-11
Динатрий карбонат (сода кальцинированная)	1,7E-10
Хлор	0,0008
Твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль)	0,1251

ЗАДАЧА № 6

Рассчитать потенциальный риск рефлекторного и хронического действия, потенциальный канцерогенный риск, включая риски комбинированного воздействия, коэффициенты и индексы опасности при остром и хроническом воздействии, и по их значениям оценить достаточность размера расчетной СЗЗ — 15 м.

Максимальные приземные концентрации загрязняющих веществ (по результатам их рассеивания) на границе расчетной СЗЗ (15 м) в долях ПДК_{м.р.} представлены в таблице.

Наименование загрязняющего вещества	Значения максимальных концентраций в долях ПДК (ОБУВ) СЗЗ 15 м
Азот (IV) оксид (азота диоксид)	0,92
Аммиак	0,99
Углерод черный (сажа)	0,19
Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ)	0,32
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 %	0,84
Формальдегид (метаналь)	0,89

ЗАДАЧА № 7

Рассчитать индекс канцерогенной опасности для следующих загрязняющих веществ, если известно, что суммарный валовый выброс загрязняющих веществ составляет 1,86 т в год, а численность населения — 952 человека.

Загрязняющее вещество	Фактор канцерогенного потенциала, SFi	Весовой коэффициент канцерогенной активности	Количество баллов в зависимости от численности популяции под воздействием ЗВ	Количество баллов в зависимости от количества выбросов ЗВ (т/год) — величина условной экспозиции	Индекс канцерогенной опасности
Углерод черный (сажа) (без учета фона)					
Аммиак (фон)					
Формальдегид (метаналь) (фон)					
Бензол (фон)					
Бенз(а)пирен (фон)					

Загрязняющее вещество	Фактор канцерогенного потенциала, SFi	Весовой коэффициент канцерогенной активности	Количество баллов в зависимости от численности популяции под воздействием ЗВ	Количество баллов в зависимости от количества выбросов ЗВ (т/год) — величина условной экспозиции	Индекс канцерогенной опасности
Пыль неорганическая, содержащая двуокись кремния менее 70 % (без учета фона)					

ЗАДАЧА № 8

Рассчитать ранговый индекс неканцерогенной опасности для следующих загрязняющих веществ, если известно, что суммарный валовый выброс загрязняющих веществ составляет 42 т в год, а численность населения — 158 тысяч человек.

Загрязняющее вещество	Весовой коэффициент неканцерогенной активности	Количество баллов в зависимости от численности популяции под воздействием ЗВ	Количество баллов в зависимости от количества выбросов ЗВ (т/год) — величина условной экспозиции	Ранговый индекс неканцерогенной опасности
Азот (IV) оксид (азота диоксид) (с учетом фона)				
Углерод черный (сажа) (без учета фона)				
Сера диоксид (ангидрид сернистый, сера (IV) оксид, сернистый газ) (с учетом фона)				
Углерод оксид (окись углерода, угарный газ) (с учетом фона)				
Углеводороды предельные алифатического ряда C ₁₁ –C ₁₉ (без учета фона)				
Твердые частицы (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) (с учетом фона)				
Твердые частицы, фракции размером до 10 мкм (фон)				
Аммиак (фон)				
Формальдегид (метаналь) (фон)				

Загрязняющее вещество	Весовой коэффициент неканцерогенной активности	Количество баллов в зависимости от численности популяции под воздействием ЗВ	Количество баллов в зависимости от количества выбросов ЗВ (т/год) — величина условной экспозиции	Ранговый индекс неканцерогенной опасности
Фенол (гидроксибензол) (фон)				
Бензол (фон)				
Бенз(а)пирен (фон)				

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

Основная

1. *Мазаев, В. Т.* Коммунальная гигиена : учеб. / В. Т. Мазаев, Т. Г. Шлепнина ; под ред. В. Т. Мазаева. Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. 704 с.

Дополнительная

2. *Закон Республики Беларусь «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 340-3 от 7 января 2012 г.* [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://pravo.by>. Дата доступа : 29.03.2019.

3. *Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к санитарно-защитным зонам организаций, сооружений и иных объектов, оказывающих воздействие на здоровье человека и окружающую среду»* [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 11.10.2017 г. № 91. Режим доступа : <http://minzdrav.gov.by>. Дата доступа : 29.03.2019.

4. *Об утверждении санитарных норм и правил «Гигиенические требования к проектированию, строительству, капитальному ремонту, реконструкции, благоустройству объектов строительства и вводу объектов в эксплуатацию и проведению строительных работ»* [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 04.04.2014 г. № 24. Режим доступа : <http://minzdrav.gov.by>. Дата доступа : 29.03.2019.

5. *Об утверждении санитарных норм и правил «Требования к атмосферному воздуху населенных пунктов и мест массового отдыха населения»* [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 30.12.2016 г. № 141. Режим доступа : <http://minzdrav.gov.by> Дата доступа : 29.03.2019.

6. *Об утверждении и введении в действие нормативов предельно допустимых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и ориентировочно безопасных уровней воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов и мест массового отдыха населения и признании утратившими силу некоторых постановлений М-ва здравоохранения Респ. Беларусь* [Электронный ресурс] : постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 8 ноября 2016 г. № 113, с дополнениями, утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 20 ноября 2017 г. № 100, с дополнением, утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 22 декабря 2017 г. № 111, с дополнением, утв. постановлением М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 9 января 2018 г. № 6. Режим доступа : <http://minzdrav.gov.by>. Дата доступа : 29.03.2019.

7. *Об установлении классов опасности загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, порядка отнесения загрязняющих веществ к определенным классам опасности загрязняющих веществ и о признании утратившим силу постановления М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 30 июня 2009 г. № 76* [Электронный ресурс]: постановление М-ва здравоохранения Респ. Беларусь от 21 декабря 2010 г. № 174, с дополнениями, утв. постановлением

М-ва здравоохранения Республики Беларусь от 25 апреля 2012 г. № 39; с дополнениями, утв. постановлением М-ва здравоохранения Республики Беларусь от 8 августа 2013 г. № 72, с дополнением, утв. постановлением М-ва здравоохранения Республики Беларусь от 28 октября 2014 г. № 73, с дополнениями, утв. постановлением М-ва здравоохранения Республики Беларусь от 26 апреля 2016 г. № 63, с дополнением, утв. постановлением М-ва здравоохранения Республики Беларусь от 20 ноября 2017 г. № 99, с дополнением, утв. постановлением М-ва здравоохранения Республики Беларусь от 22 декабря 2017 г. № 110, с дополнением, утв. постановлением М-ва здравоохранения Республики Беларусь от 9 января 2018 г. № 5. Режим доступа : <http://minzdrav.gov.by>. Дата доступа : 29.03.2019.

8. *Руководство* «Порядок проведения оценки риска для здоровья населения от воздействия химических веществ, загрязняющих окружающую среду» № 1.1.11-8-7-2003, утв. Гл. гос. сан. врачом Республики Беларусь 09.07.2003 [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://med.by>. Дата доступа : 29.03.2019.

9. *Инструкция* по применению № 004-0617 «Оценка риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе», утв. Гл. гос. сан. врачом Республики Беларусь 31.08.2017 [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://med.by>. Дата доступа : 29.03.2019.

10. *Инструкция* по применению «Экспресс-оценка и прогнозирование влияния на здоровье населения шума, основных химических веществ при ингаляционном и пероральном поступлении» № 125-1106 от 05.01.2007 [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://med.by>. Дата доступа : 29.03.2019.

11. *Инструкция* 2.1.9.11-9-208-2003 «Оценка состояния здоровья населения в условиях реально меняющегося загрязнения атмосферного воздуха», утв. постановлением Гл. гос. сан. врача Республики Беларусь 30 декабря 2003 г. № 214 [Электронный ресурс]. Режим доступа : <http://med.by>. Дата доступа : 29.03.2019.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Мотивационная характеристика темы.....	3
Основные технические нормативные правовые акты, определяющие порядок проведения оценки риска для жизни и здоровья населения	5
Гигиенические показатели уровня загрязнения атмосферного воздуха	8
Расчет комплексного индекса загрязнения	8
Гигиеническая оценка степени загрязнения атмосферного воздуха.....	8
Дифференциальная оценка класса опасности объекта	10
Термины, определения и формулы по процедуре проведения оценки риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.....	12
Оценка величины потенциального риска по нормативным показателям.....	34
Оценка риска для жизни и здоровья населения от воздействия загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.....	36
Идентификация опасности.....	36
Оценка экспозиции	37
Оценка зависимости «доза – ответ».....	38
Примерное заключение для отчета по оценке риска для жизни и здоровья населения	39
Ситуационные задачи	41
Список использованной литературы	46