

Государственное санитарно-эпидемиологическое нормирование
Российской Федерации

2.1.10. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ
В СВЯЗИ С СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
И УСЛОВИЯМИ ПРОЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

**РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ
ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ,
ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ СРЕДУ ОБИТАНИЯ**

Руководство
Р 2.1.10. 3968 -23

Москва 2023

Руководство по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания. Р 2.1.10. 3968 -23

1. Разработано Федеральной службой по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека (Попова А.Ю., Брагина И.В., Малых О.Л.); ФБУН «Федеральный научный центр гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана» Роспотребнадзора (Кузьмин С.В., Авалиани С.Л., Новиков С.М., Ракитский В.Н., Рахманин Ю.А., Сеницына О.О., Додина Н.С., Шашина Т.А., Мишина А.Л., Кислицин В.А., Хамидулина Х.Х., Тарасова Е.В.); ФБУН «Федеральный научный центр медико-профилактических технологий управления рисками здоровью населения» Роспотребнадзора (Зайцева Н.В., Алексеев В.Б., Май И.В., Шур П.З., Клейн С.В., Четверкина К.В., Барг А.О., Хасанова А.А.); ФБУН «Екатеринбургский медицинский-научный центр профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий» Роспотребнадзора (Гурвич В.Б., Сутункова М.П., Ярушин С.В., Кузьмин Д.В., Шевчик А.А.); ФГБУН «ФИЦ питания и биотехнологии» (Хотимченко С.А.); ФБУЗ «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора (Кузьмина Е.А.); ФГБОУ ВО Северо-Западный государственный медицинский университет имени И.И. Мечникова (Киселев А.В.).

2. Утверждено Руководителем Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Поповой А.Ю. «06» сентября 2023 г.

3. Р 2.1.10. 3968 -23 введено взамен Р 2.1.10.1920-04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду», утвержденного Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации, Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации 05.03.2004.

3

УТВЕРЖДАЮ

Руководитель Федеральной службы
по надзору в сфере защиты прав
потребителей и благополучия человека,
Главный государственный санитарный
врач Российской Федерации



А.Ю. Попова

11 ноября 2023 г.

Дата введения: «01» января 2024 г.

2.1.10. СОСТОЯНИЕ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ В СВЯЗИ С СОСТОЯНИЕМ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И УСЛОВИЯМИ ПРОЖИВАНИЯ НАСЕЛЕНИЯ

РУКОВОДСТВО ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ЗДОРОВЬЮ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ, ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ СРЕДУ ОБИТАНИЯ

Руководство
Р 2.1.10. 3968 -23

I. Область применения и общие положения

1.1. Настоящее Руководство устанавливает унифицированные требования, принципы, методы и критерии оценки риска здоровью при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания, гармонизированные с международными подходами.

1.2. Настоящее Руководство применяется для оценки риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания, с целью:

- выявления и ранжирования по степени приоритетности проблем обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- планирования, ведения и оценки результатов социально-гигиенического мониторинга, в том числе корректировки планов его проведения с учетом приоритетных источников загрязнения среды, осуществления отбора индикаторов уровней экспозиции, состояния здоровья населения, мониторинга экспозиций и рисков;

- разработки и реализации своевременных, целенаправленных, экономически обоснованных и эффективных управленческих решений по обеспечению санитарно-эпидемиологического благополучия населения, а также мер по управлению риском для здоровья человека;

- использования при проведении санитарно-эпидемиологических экспертиз (например, обоснования зон санитарной охраны (далее – ЗСО) и санитарно-защитных зон (далее – СЗЗ) с позиций обеспечения безопасности здоровья населения);

- установления причин возникновения и распространения массовых неинфекционных заболеваний, обусловленных воздействием факторов среды обитания человека, а также обоснования причинно-следственных связей между загрязнением среды обитания и нарушением состояния здоровья;

- обоснования приоритетных задач в планах мероприятий по охране среды обитания и оценки их эффективности;

- выявления приоритетных объектов среды обитания, а также хозяйствующих субъектов, в отношении которых меры по управлению риском осуществляются в приоритетном порядке;

- установления и актуализации санитарно-эпидемиологических требований¹;

- оценки соответствия отдельных видов продукции, работ и услуг, представляющих потенциальную опасность для здоровья человека;

- ранжирования территорий по уровням загрязнения среды обитания с учетом опасности для здоровья на любом уровне административного деления страны;

- проведения оптимизации отбора приоритетных факторов для мониторинга (обоснование выбора индикаторных показателей, определение точек, средств, периодичности и показателей для контроля экспозиций);

- экономического анализа различных вариантов и способов управления риском (оценка эффективности, «затраты – выгода», «ущерб – выгода»), в том числе для прогнозирования социальных и экономических последствий реализации различных вариантов санитарно-противоэпидемических (профилактических) и природоохранных мероприятий;

- качественной и количественной характеристики риска и вреда здоровью от воздействия вредных факторов среды обитания человека с детальным представлением всех этапов исследований и анализом неопределенностей, присущих этому процессу;

- сравнения и ранжирования различных по степени выраженности эффектов воздействия факторов среды обитания человека;

- обоснования безопасных уровней воздействия, в том числе для разных возрастных групп населения, уровней минимального риска и целевых концентраций и (или) целевых уровней риска для конкретных территорий, которые достигаются в процессе осуществления профилактических и оздоровительных мероприятий;

¹ Федеральный закон от 03.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».

- характеристики эффективности оздоровительных мероприятий на основе оценки остаточного и предотвращенного риска здоровью, в том числе при использовании наилучших доступных технологий снижения выбросов, сбросов;

- определения приоритетов политики в области охраны здоровья населения и его санитарно-эпидемиологического благополучия, экологической политики на любом территориальном уровне, а также осуществления первоочередного регулирования тех источников и факторов риска, которые представляют наибольшую угрозу здоровью населения;

- выявления наиболее критических областей, где снижение уровня неопределенности приведет к наиболее достоверной оценке риска и, тем самым, обеспечит наилучшие способы его снижения;

- обеспечения лиц, участвующих в принятии управленческих решений, средств массовой информации (далее – СМИ) и общественных организаций и населения в целом достоверной и научно-обоснованной информацией об уровнях риска здоровью, необходимых санитарно-противоэпидемических мероприятиях, а также рекомендациями по индивидуальной профилактике для разных групп населения при наличии угроз здоровью, связанных со средой обитания;

- разработки механизмов и стратегии регулирующих мер по снижению риска при воздействии факторов среды обитания человека, приоритетных загрязненных сред и химических веществ, вносящих наибольший вклад в риск развития канцерогенных и неканцерогенных эффектов;

- повышения эффективности и результативности деятельности органов государственной, муниципальной власти и хозяйствующих субъектов в части принимаемых ими решений в сфере обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения.

1.3. В настоящем Руководстве не рассматриваются:

- вопросы оценки профессионального риска, обусловленного воздействием вредных и опасных производственных факторов, и факторов трудового процесса на здоровье работающих. При сравнительном анализе факторов экспозиции химических веществ на население и его отдельные группы, при оценке риска на территориях с градообразующими предприятиями целесообразно оценивать относительный вклад производственных воздействий в суммарную химическую нагрузку на население;

- методические подходы к оценке аварийного воздействия;

- вопросы оценки экологического риска как вероятности развития у растений или животных (кроме человека) неблагоприятных эффектов, обусловленных воздействием факторов среды обитания. При оценке риска окружающей среде в процессе принятия управленческих решений целесообразно проводить сравнительную характеристику риска здоровью и экологического риска.

1.4. Оценка риска здоровью является одним из компонентов анализа риска, который включает в себя оценку риска, управление риском и информирование о риске. В научном отношении оценка риска здоровью – это последовательное, системное рассмотрение всех аспектов воздействия анализируемого фактора на здоровье человека, включая обоснование допустимых уровней воздействия. В научно-практическом приложении основная задача оценки риска состоит в

получении и обобщении информации о возможном влиянии факторов среды обитания человека на состояние его здоровья, необходимой и достаточной для гигиенического обоснования оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска, оптимизации контроля (регулирования и мониторинга) уровней экспозиций и рисков.

1.5. На основе проведенной оценки риска здоровью представляется отчет (материалы, результаты), содержащий обоснование выводов и рекомендаций в соответствии с целями и задачами, поставленными в исходном задании на проведение исследований. В отчете (материалах, результатах) и заключении отражаются не только полученные выводы, но и представляется оценка их надежности и характеристика возможных факторов неопределенности, способных изменить конечные оценки.

1.6. Оценка риска основана на критериях, отражающих непосредственное влияние химических веществ на здоровье разных, в том числе наиболее чувствительных, групп населения. При сравнительной оценке риска, осуществляемой с целью установления приоритетов среди широкого круга проблем, исследуется влияние физических факторов (например, шума, ионизирующей радиации). В этом случае в качестве дополнительного критерия могут использоваться показатели, характеризующие суммарное действие факторов (аддитивность эффектов), влияние которых рассматривается как независимое, если только нет иных научных данных об их совместном действии.

1.7. Оценка риска здоровью проводится с использованием: референтных доз и концентраций для условий острых и хронических воздействий, факторов канцерогенного потенциала (значений единичного риска), параметров зависимости «экспозиция – ответ», полученных в эпидемиологических и клинических исследованиях.

Показатели, используемые для оценки риска, преимущественно устанавливаются на уровне верхней доверительной границы риска, что обеспечивает значительный запас их надежности.

1.8. В оценке риска в приоритетном порядке применяются показатели, установленные в эпидемиологических исследованиях, проведенных на репрезентативной выборке.

1.9. В соответствии с задачами оценки риска здоровью могут использоваться результаты исследований биологических маркеров.

1.10. При оценке риска здоровью, связанного с действием химических веществ (например, при характеристике источников загрязнения), рекомендуется учитывать фоновые концентрации. При оценке риска здоровью характеристика фонового уровня загрязнения атмосферного воздуха по данным Временных рекомендаций² по фоновым концентрациям вредных (загрязняющих) веществ для городских и сельских поселений, где отсутствуют регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха, не проводится.

² Временные рекомендации «Фоновые концентрации вредных (загрязняющих) веществ для городских и сельских поселений, где отсутствуют регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на период 2019-2023 гг.», утвержденные руководителем Росгидромета 15.08.2018 (письмо Росгидромета от 16.08.2018 № 20-44/282).

1.11. Обоснование нормативов допустимых выбросов/сбросов (далее – НДВ/НДС) может проводиться с учетом оценки риска здоровью.

1.12. Обоснование показателей, используемых для оценки риска, осуществляется на основе новейших и наиболее достоверных данных о влиянии химических веществ на здоровье человека.

В качестве параметров для оценки риска здоровью используются референтные уровни воздействия и факторы канцерогенного потенциала (значения единичного риска), приведенные в настоящем Руководстве.

В случае если в ходе оценки риска для химических веществ, включенных в исследование, референтные уровни воздействия и факторы канцерогенного потенциала отсутствуют в приложении 1 к настоящему Руководству, а также при необходимости проведения сравнительной оценки по параметрам, отличающимся от настоящего Руководства, проводится обоснование выбора предлагаемых к использованию параметров оценки риска, с обязательным указанием источника и включением в анализ неопределенностей при описании результатов.

1.13. Для управления риском в целях оценки соблюдения санитарно-эпидемиологических требований могут быть использованы только результаты оценки риска здоровью, получившие положительную оценку при санитарно-эпидемиологической экспертизе.

1.14. В оценке риска здоровью населения не используются комплексные показатели загрязнения, индекс загрязнения атмосферы, суммы соотношений фактических концентраций и предельно допустимых концентраций (далее – ПДК), в том числе по группам суммации (без учета критических органов/систем).

1.15. Оценка риска здоровью в виде натуральных показателей (например, дополнительная смертность, заболеваемость, госпитализация) проводится на основе медико-демографических показателей и показателей здоровья, а при их отсутствии рекомендуется применять среднероссийские или региональные показатели, или, при наличии, данные рекомендаций ВОЗ.

1.16. При оценке риска по эпидемиологическим данным при сравнении числа исходов воздействия с показателями состояния здоровья на исследуемой территории учитываются доверительные границы и с применением статистических методов рассчитывается статистическая значимость различий.

1.17. Расчет риска и вреда здоровью рекомендуется проводить для разных возрастных групп населения, а также других наиболее подверженных воздействию чувствительных групп населения (например, беременных).

1.18. Для возможности определения остаточного риска здоровью расчет уровней риска проводится до и после изменения технологии, увеличения мощности исследуемого объекта или проведения соответствующих оздоровительных мероприятий. Результаты данных расчетов используются также при оценке экономической эффективности и оценке зависимости «затраты – выгода».

1.19. В зависимости от задач исследований и полноты имеющихся данных могут осуществляться полная или скрининговая оценки риска:

– полная схема оценки риска предусматривает проведение всех четырех взаимосвязанных этапов, изложенных в пункте 2.2.2;

– скрининговая оценка предусматривает ускоренную характеристику риска на основе имеющихся или полученных в процессе исследований ограниченных данных в отношении максимально экспонируемого индивида – гипотетического человека, подвергающегося максимально возможному воздействию загрязненной среды в течение всей жизни;

– если установлено, что исследуемые химические вещества не представляют реальной опасности для здоровья или имеющиеся данные об экспозициях, показателях опасности не достаточны для оценки риска и нет никаких возможностей для их ориентировочной характеристики, то последующие этапы оценки риска не проводятся. Оценка риска должна быть возобновлена после получения новых, надежных данных о референтных уровнях воздействия и качестве среды обитания.

II. Основные элементы анализа риска здоровью

2.1. Общие положения анализа риска здоровью

2.1.1. Анализ риска здоровью – процесс получения информации, необходимой для предупреждения негативных последствий для здоровья населения, состоящий из трех компонентов: оценка риска, управление риском, информирование о риске (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Схема анализа риска здоровью

2.1.2. Цель анализа риска здоровью – выбор оптимальных в данной конкретной ситуации путей устранения или снижения риска здоровью населения.

2.1.3. Основными задачами анализа риска здоровью являются:

– выявление уровней риска, подлежащих управлению;

- определение механизма и стратегии регулирующих мер по снижению риска;

- определение приоритетов для разработки механизмов стратегии действий, преимущественно регулирующих источники и факторы риска, представляющие наибольшую угрозу здоровью населения;

- информирование органов государственной власти, местного самоуправления и населения об уровнях риска здоровью и рекомендуемых мерах по управлению ими.

2.1.4. Алгоритм анализа риска здоровью при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания, включает в себя:

- обоснование необходимости проведения исследований;
- оценку риска здоровью при «базовом» уровне воздействия и определение приоритетных проблем;
- оценку риска здоровью для каждого рассматриваемого мероприятия;
- оценку уровня реализованного риска (вреда) здоровью;
- оценку эффективности мероприятий (технологических, экономических, а также с учетом влияния на здоровье);
- сравнительную оценку рисков здоровью;
- ранжирование рисков здоровью с учетом дополнительных эффектов, технологической и экономической эффективности;
- обоснование выбора оптимального варианта мероприятий;
- предоставление выводов лицам, принимающим решения;
- обоснование выбора принимаемого решения.

Этапность анализа риска здоровью при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания, определяется целью и задачами конкретного исследования.

2.2. Оценка риска здоровью

2.2.1. Выделяют две схемы проведения оценки риска здоровью: полная и скрининговая. Перед проведением исследований четко определяются цели и задачи исследований, формируется группа исследователей, в которую рекомендуется включать как специалистов по оценке риска, так и токсикологов, химиков, технологов, лиц, которые в последующем будут разрабатывать варианты управленческих решений и выбирать из них оптимальный для реализации.

2.2.2. Полная схема оценки риска предусматривает проведение четырех взаимосвязанных этапов (рис. 2.2):

- 1) идентификация опасности:
 - выявление потенциально вредных факторов;
 - оценка связи между изучаемым фактором и нарушениями состояния здоровья человека;
 - оценка достаточности и надежности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов среды обитания исследуемыми веществами.

Базовыми элементами данного этапа являются: предварительное ранжирование изучаемых вредных факторов и составление заключительного перечня приоритетных для оценки риска химических соединений;

2) оценка зависимости «экспозиция – ответ»: выявление количественных связей между показателями состояния здоровья и уровнями экспозиции;

3) оценка воздействия (экспозиции) химических веществ на человека:

- характеристика источников загрязнения, маршрутов движения загрязняющих веществ от источника к человеку, пути и точки воздействия;

- определение доз и концентраций, воздействовавших в прошлом, воздействующих в настоящем или тех, которые возможно будут воздействовать в будущем;

- установление уровней экспозиции для популяции в целом и ее отдельных субпопуляций, включая сверхчувствительные группы;

4) характеристика риска:

- анализ всех полученных данных;

- расчет рисков для популяции и ее отдельных подгрупп;

- сравнение рисков с допустимыми (приемлемыми) уровнями;

- сравнительная оценка и окончательное ранжирование различных рисков по степени их статистической, медико-биологической и социальной значимости;

- установление медицинских приоритетов и тех рисков, которые должны быть предотвращены или снижены до приемлемого уровня.



Рис. 2.2. Этапы оценки риска здоровью населения

На завершающем этапе оценки риска (характеристика риска) осуществляется синтез результатов, полученных на всех предыдущих этапах, и дается характеристика всех неопределенностей, способных повлиять на надежность конечных выводов и рекомендаций. Формат представляемых данных рекомендуется предварительно согласовать с лицами, которые будут в дальнейшем разрабатывать варианты мероприятий по управлению рисками.

2.2.3. На предварительном этапе разрабатывается концептуальная модель территории оценки риска здоровью, включающая графическое или описательное представление возможных взаимосвязей между источниками загрязнения среды обитания, маршрутами воздействия (первично загрязняемыми средами, транспортирующими, накапливающими или трансформирующими химические вещества средами, воздействующими на человека, путями возможного поступления химических соединений из воздействующих сред) и экспонируемыми группами населения.

2.2.4. Концептуальная модель является основой для формирования предварительных сценариев воздействия, характеризующих временные и пространственные параметры влияния потенциально опасных химических веществ. Сценарии используются для формулировки конкретных задач исследований и подлежат корректировке с учетом данных, полученных в процессе проведения оценки риска. При формировании сценариев воздействия учитываются поставленные цели исследований, например, оценка рисков здоровью, связанная с определенным источником загрязнения среды обитания.

2.2.5. Для уточнения задач исследований рекомендуется проводить предварительную скрининговую оценку, предусматривающую ускоренную характеристику риска на основе имеющихся или полученных в процессе исследований ограниченных данных.

2.2.6. Скрининговая оценка может включать не все этапы, входящие в полное исследование по оценке риска, например, только идентификацию опасности. Преимущественно выбирается наиболее консервативный (наихудший) сценарий воздействия, представляющий собой метод оценки экспозиции, в котором используются наиболее консервативные (наихудшие) значения для всех параметров (факторов) экспозиции. Если при скрининговой оценке установлено, что исследуемые химические вещества не представляют реальной опасности для здоровья или имеющиеся данные об экспозициях или показателях опасности недостаточны для оценки риска и нет никаких возможностей для их ориентировочной характеристики, то последующие этапы оценки риска не проводятся.

2.2.7. На завершающем этапе оценки риска (характеристика риска) выполняется непосредственно расчет и классификация риска здоровью населения с использованием данных, полученных на всех предыдущих этапах, и дается характеристика всех неопределенностей, способных повлиять на надежность конечных выводов и рекомендаций.

2.2.8. Итоговая информация о результатах оценки риска здоровью представляется в понятной и доказательной форме с описанием всех неопределенностей.

2.3. Управление риском

2.3.1. Управление риском является логическим продолжением оценки риска и направлено на обоснование наилучших в данной ситуации решений по его устранению или минимизации, а также на динамический контроль (мониторинг) экспозиций и рисков, оценку эффективности и корректировку, при необходимости, комплекса мероприятий по управлению рисками.

2.3.2. Управление риском базируется на совокупности социальных и экономических оценок, полученных величин риска, сравнительной характеристике возможных ущербов для здоровья людей и общества в целом, возможных затрат на реализацию различных вариантов управленческих решений по снижению риска и тех выгод, которые будут получены в результате реализации мероприятий (например, сохраненные человеческие жизни, предотвращенные случаи заболеваний).

2.3.3. Управление риском здоровьем состоит из следующих этапов:

- сравнительная оценка и ранжирование рисков;
- оценка уровня реализованного риска (вреда) здоровью;
- определение уровней приемлемости риска;
- выбор стратегии снижения риска;
- принятие регулирующих решений;
- организация и проведение контроля риска здоровью.

Этапность управления риском определяется целью и задачами исследования. Характеристика каждого из этапов управления риском приведена в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Этапы управления риском

№	Этап	Характеристика
1	Сравнительная оценка и ранжирование рисков	Выявляются и констатируются приоритеты для снижения риска (идентификация объекта управления риском, выбор цели управления риском, процесс принятия решений при разработке и осуществлении плана действий по снижению риска)
2	Определение уровней приемлемости риска	Сопоставляются медико-экологические (или социально-экологические) и технико-экономические факторы с целью определения степени приемлемости/неприемлемости риска
3	Выбор стратегии снижения риска	Осуществляется выбор «типового» мероприятия, способствующего минимизации или устранению риска
4	Принятие регулирующих решений	Определяются нормативные акты (законы, постановления, приказы, правила, инструкции, положения) и их требования, наилучшим образом соответствующие реализации мероприятия, способствующего минимизации или устранению риска
5	Организация и проведение контроля риска здоровью	Регламентируются уровни допустимого воздействия, контроль поступления химических веществ в объекты среды обитания человека из источников загрязнения, мониторинг экспозиций и рисков

2.3.4. На начальном этапе управления риском (сравнительная оценка и ранжирование рисков) проводится сравнительная характеристика рисков с целью установления приоритетов, т.е. выделения круга вопросов, требующих первоочередного внимания, определения вероятности и установления последствий. Этот этап управления риском включает в себя определение уровней вероятности развития нарушений состояния здоровья и анализ их причинной обусловленности, а также углубленную характеристику неблагоприятных последствий состоянию здоровья населения.

2.3.5. Реализация риска здоровью определяется на основании количественной оценки причиненного вреда здоровью – фактически состоявшихся дополнительных случаев заболеваний и смерти, связанных с воздействием факторов риска, выявленных по результатам эпидемиологических и специальных медицинских исследований.

Оценка реализации риска здоровью в виде фактически состоявшихся дополнительных случаев заболеваний и смерти, связанных с воздействием факторов риска, необходима для доказательства причиненного вреда здоровью, его количественной оценки с учетом приоритетных факторов и негативных ответов. Результаты используются для оценки эффективности мероприятий по минимизации риска и вреда здоровью.

2.3.6. При анализе приемлемости риска (второй этап управления риском) учитываются выгоды от использования конкретного вещества: расходы, связанные с регулированием этого вещества (например, полным или частичным запретом, заменой его аналогом); возможность осуществления контролирующих (регулирующих) мер с целью уменьшения потенциального негативного воздействия вещества на здоровье человека и его среду обитания. Для установления приемлемости риска используется метод экономического анализа «затраты-выгода». Однако понятие приемлемости определяется не только результатами экономического анализа, но и большим числом социальных факторов, включая восприятие риска различными группами населения.

2.3.7. Выбор стратегии снижения уровней риска (третий этап управления риском) предусматривает мероприятия, в наибольшей степени способствующие минимизации или устранению риска. Такие типовые меры могут включать:

- ограничение числа экспонируемых лиц;
- ограничение сферы использования источника риска или территорий с такими источниками (например, запрет использования загрязненных участков территории для рекреационных целей);
- ограничение или полный запрет прямого контакта человека с опасным химическим соединением;
- полный запрет производства, применения и ввоза определенного химического вещества или использования данного технологического процесса или оборудования;
- снижение числа и мощности источников опасности;
- изменение технологических схем производства;
- снижение вероятности воздействий (например, вероятности развития нештатных ситуаций);

– применение медико-профилактических мероприятий.

2.3.8. Четвертый этап управления риском подразумевает принятие регулирующих решений, обеспечивающих возможность реализации мероприятий, способствующих минимизации или устранению риска.

Выбор приоритетных мероприятий по реализации принятой стратегии снижения уровня риска осуществляется на основе оценки их эффективности по критериям сопоставления снижения вредного эффекта здоровью и (или) экономического ущерба, получаемых от реализации мероприятий, с затратами на их выполнение.

К регулирующим решениям относятся: разработка и принятие нормативных актов, регулирующих отношения в сфере управления рисками (например, права и обязанности органов государственного управления, хозяйствующих субъектов и граждан, применение анализа рисков для здоровья при страховании ответственности, разработка целевых программ мероприятий по управлению риском; включение элементов анализа риска в действующие нормативные документы).

2.3.9. Задачей, решаемой на пятом этапе управления риском, является выбор стратегии динамического (периодического или постоянного) мониторинга экспозиций и рисков.

Базовыми элементами мониторинга рисков являются мониторинг экспозиции, мониторинг количества населения, проживающего в условиях различного уровня риска, в том числе неприемлемого, мониторинг восприятия риска населением.

2.3.9.1. Мониторинг экспозиции и рисков включает следующие функции: контрольную (сравнение с предельно допустимыми концентрациями или приемлемыми уровнями риска); сигнальную (быстрое реагирование на возникновение опасной ситуации); прогностическую (возможность прогнозирования уровней экспозиций и рисков на основе анализа временных тенденций); инструментальную (как средство для распознавания и классификации наблюдаемых явлений).

2.3.9.2. Мониторинг рисков выполняется в рамках программ социально-гигиенического мониторинга, а также может быть организован хозяйствующими субъектами в зонах их ответственности за безопасность объектов среды обитания (например, зона воздействия источников выбросов в атмосферный воздух, сетях централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения, места хранения бытовых и промышленных отходов).

2.3.9.3. Результаты мониторинга рисков используются, например, для оптимизации программ социально-гигиенического мониторинга, обоснования индикаторов негативного воздействия объектов среды обитания на здоровье населения, оценки эффективности и, при необходимости, корректировки мер по управлению риском, совершенствования информирования о рисках, долгосрочного планирования развития медицинского обслуживания.

Программы мониторинга риска на территориях целесообразно взаимоувязать с программами социально-гигиенического мониторинга (например, выбор точек

контроля, контролируемых химических веществ, установление периодичности отбора проб).

2.3.10. Единой мерой, позволяющей сравнивать риски здоровью, имеющие разную медико-социальную значимость, являются экономические показатели их стоимости. Данные показатели могут устанавливаться либо в едином международном масштабе (например, на основе величины внутреннего валового продукта на душу населения), либо в узко региональном масштабе, формируемом на основе реальных экономических потерь от возникновения конкретного исхода воздействия факторов среды обитания.

Получение количественных значений риска (дополнительное число случаев онкологических заболеваний/смерти/соматических заболеваний) позволяет выразить их в стоимостной форме, т.е. дать экономическую оценку потерь, которые несет общество и индивид в результате воздействия химического загрязнения среды обитания (далее – экономический ущерб). Отсутствие таких расчетов приводит к тому, что в процессе принятия решений не учитываются как риск здоровью, так и выгоды, которые могут быть получены в результате реализации тех или иных мер.

2.3.11. При стоимостной форме оценки учитываются:

- затраты и потери самого заболевшего (умершего) человека и его семьи в связи с утратой здоровья или жизни для последующего определения размеров соответствующих компенсаций, включающих как величину компенсации материальных потерь пострадавшего или его семьи в связи со смертью или заболеванием, так и величину дополнительной компенсации за моральный ущерб;
- затраты и потери, которые несет общество в связи с нарушениями здоровья, которые определяются путем оценки упущенной выгоды в виде недопроизводства валового внутреннего продукта в связи с преждевременной смертностью или утратой трудоспособности.

2.3.12. Совокупный экономический ущерб от заболеваемости, смертности или инвалидности складывается из следующих основных компонентов:

- затраты на оказание медицинской помощи людям, включая амбулаторное, стационарное лечение; реабилитационные мероприятия, санаторно-курортное лечение;
- затраты на компенсацию временной или постоянной нетрудоспособности людей, потерявших свое здоровье (жизнь);
- дополнительная компенсация пострадавшему (или его семье), если это заболевание или смерть доказательно связаны с воздействием загрязненной среды обитания;
- упущенная выгода для общества из-за постоянной и (или) временной нетрудоспособности в результате заболевания (смерти).

При установлении значений экономического ущерба учитываются как непосредственные прямые затраты, так и отдаленные. Сравнение или суммирование разновременных ущербов осуществляется с учетом ставок дисконтирования.

2.3.13. Для экономической оценки ущерба, наносимого жизни и здоровью населения в результате воздействия загрязнения среды обитания, рекомендуется последовательно решать ряд взаимосвязанных задач:

- определение основных видов риска (вреда, ущерба), наносимого жизни и здоровью населения от воздействия химических веществ, загрязняющих среду обитания;
- определение натуральных показателей для оценки этих видов риска (вреда, ущерба) здоровью;
- количественная оценка прогнозируемых видов риска (вреда, ущерба) здоровью в натуральных показателях (например, число смертей, обострений заболеваний);
- определение возможных подходов к экономической оценке натуральных показателей;
- разработка подходов к экономической оценке ущерба здоровью населения с учетом цели и задач реализуемого исследования.

2.3.14. Методика экономического анализа для установления приоритетов управления риском и ущербом здоровью включает два основных инструмента экономического анализа: «анализ затраты–выгоды» и «анализ эффективности затрат».

2.3.15. «Анализ затраты–выгоды» подразумевает, что снижение риска и ущерба здоровью должно происходить до тех пор, пока выгоды от этого превосходят затраты. Когда достигнут такой уровень риска, при котором выгоды от его дальнейшего снижения в денежном выражении сравниваются с затратами, требуемыми для этого, то затраты рассматриваются как целесообразные.

2.3.16. «Анализ эффективности затрат» означает, что всякое снижение риска (вреда, ущерба) должно происходить с наименьшими возможными затратами для общества. Данный метод используется при расстановке приоритетов между мероприятиями по снижению риска от дешевых до дорогостоящих.

2.3.16.1. Разработка сценария сокращения риска (вреда, ущерба) здоровью заключается в оценке подходов по их сокращению, выборе мероприятия или набора мероприятий и их реализации.

2.3.16.2. Использование «анализа эффективности затрат» в практике управления риском здоровью населения предполагает реализацию пяти этапов:

- 1) определение исходных (базовых) уровней риска/ущерба при имеющемся уровне загрязнения и ранжирование их по значимости;
- 2) составление наиболее полного списка проектов, а также возможных управленческих решений, направленных на сокращение риска;
- 3) определение для каждого мероприятия сокращения риска, которое может быть получено при его реализации, и оценка стоимостных показателей мероприятий;
- 4) расчет предельных затрат по реализации каждого мероприятия;
- 5) обоснование приоритетности мероприятий по критерию затрат на единицу сокращения риска.

2.3.16.3. Первый и второй этапы выполняются в тесном контакте со специалистами, проводящими моделирование распространения химического

вещества (например, рассеивание выбросов) от каждого источника и количественную оценку риска. При этом второй этап является базовым. Он используется при наличии разработанных проектов по сокращению выбросов (сбросов) вредных веществ.

2.3.16.4. На третьем этапе производится расчет затрат на реализацию каждого проекта, связанного со снижением загрязнения.

Данный этап подразумевает вычисление «чистых» затрат (совокупные затраты за вычетом выгод), при этом основной проблемой является выбор коэффициента дисконтирования для вычисления приведенных (к настоящему моменту времени) затрат.

2.3.16.5. Четвертый этап представляет собой вычисление единичных затрат на каждое мероприятие, путем деления чистых приведенных затрат на ожидаемое снижение риска. Предметом анализа являются индивидуальный и популяционный риски, коэффициенты/индексы опасности, дополнительное число смертей или заболеваний, возникших в результате воздействия химических веществ, загрязняющих объекты среды обитания человека. Предварительно в каждой точке исследуемой территории рассчитывается дополнительное число смертей или заболеваний, индивидуальный риск, или коэффициенты/индексы опасности, отражающие риск развития различных неблагоприятных эффектов у населения. Зная величину сокращения выбросов (сбросов), определяется соответствующее сокращение риска в каждой точке и в целом по территории, где этот риск отмечался.

2.3.16.6. На пятом этапе осуществляется обоснование приоритетных мероприятий путем их ранжирования по величине критерия наименьших затрат на снижение единицы риска и ущерба здоровью. В результате получается ряд мероприятий, расположенных в порядке возрастания затрат на сокращение риска. На основе подобного ранжирования выбирается наиболее дешевый приоритетный сценарий по сокращению риска и лицами, принимающими решение, формируются планы действий по охране среды обитания и здоровья населения на исследуемых территориях.

2.4. Информирование о риске

2.4.1. Информирование о риске (распространение информации о риске, «риск–коммуникация») представляет собой процесс распространения результатов анализа риска здоровью населения и решений по его контролю среди заинтересованных сторон. Передача и распространение информации о риске являются естественным продолжением процесса оценки риска. Полученные в процессе оценки риска данные должны быть полностью понятны лицам, принимающим решения по управлению риском, и доступны заинтересованным сторонам.

2.4.2. К заинтересованным сторонам могут относиться:

- население, потенциально находящееся под воздействием;
- представители органов государственной власти и местного самоуправления;

- представители экспертного сообщества;
- СМИ;
- представители общественных организаций;
- представители хозяйствующих субъектов.

2.4.3. Информирование о риске здоровью может реализовываться в виде:

- а) одностороннего распространения информации о риске;
- б) информирования с обратной связью;
- в) диалога (обмена мнениями) между заинтересованными сторонами.

2.4.4. Применение принципа диалога (обмена мнениями) способствует появлению следующих положительных эффектов:

- а) повышение уровня доверия со стороны населения (общественных организаций, СМИ) органам власти;
- б) повышение степени принятия распространяемой информации о риске здоровью;
- в) снижение социальной напряженности, вызванной недостаточностью сведений о риске;
- г) обеспечение конструктивного участия заинтересованных сторон в разработке решений по управлению риском.

2.4.5. На разных этапах процесса анализа риска здоровью ставятся различные задачи «риск–коммуникации», учитывающие, что при его проведении потенциально подверженное риску население должно получать информацию о планах исследования, а также о его промежуточных и окончательных результатах в доступной для восприятия форме.

Этапы анализа риска и соответствующие им задачи по информированию заинтересованных сторон представлены в табл. 2.2.

Таблица 2.2

Информирование о риске в процессе оценки и управления риском здоровью

Этапы	Задачи информирования о риске
Оценка риска	
Идентификация опасности	Установление заинтересованных сторон
	Определение уровня участия заинтересованных сторон в дискуссии о риске
Оценка зависимости «экспозиция – ответ»	Информирование не предусмотрено
Оценка экспозиции	Консультации с заинтересованными сторонами в определении объемов исследований
	Обсуждение с заинтересованными сторонами возможных источников и негативных последствий воздействия
	Сообщение результатов заинтересованным сторонам
Характеристика риска	Выявление восприятия риска и выгоды заинтересованными сторонами и, по возможности, с описанием аргументов
	Оценка приемлемости риска для заинтересованных сторон

Этапы	Задачи информирования о риске
Управление риском и передача информации о риске	
Мониторинг экспозиции и риска	Консультации с заинтересованными сторонами с целью сбора мнений (разных сторон) по установлению и оценке вариантов управления рисками
	Информирование заинтересованных сторон о выбранной стратегии управления рисками и финансировании
	Информирование заинтересованных сторон о выгодах, издержках и рисках, связанных с предложенным вариантом управления
	Оценка отношения заинтересованных сторон к способам контроля и уровню остаточных рисков
	Обсуждение уровня риска, удовлетворяющего все стороны
Реализация мероприятий	Передача заинтересованным сторонам информации о характеристике реализуемых мероприятий и их эффективности (процесс управления риском)
Мониторинг	Обеспечение внедрения стратегии по передаче информации о риске
	Мониторинг изменений потребностей и проблем, затрагивающих интересы как существующих, так и новых заинтересованных сторон

2.4.6. При распространении информации о риске необходимо принимать во внимание особенности восприятия риска различными контингентами, обусловленные характеристиками:

а) риска (происхождение опасности и последствия, к которым может привести риск; выраженность риска для индивида или группы лиц; выраженность последствий риска);

б) информации о риске (например, степень соответствия потребностям целевой аудитории, непротиворечивость информации, доверие каналу распространения информации);

в) объекта информирования (степень знакомства с предметом информирования, уровень образования, психологические особенности).

2.4.7. Наиболее важные характеристики риска, влияющие на восприятие риска, приведены в табл. 2.3.

Таблица 2.3

Характеристики риска, влияющие на его восприятие

Характеристики, усиливающие восприятие риска	Характеристики, снижающие восприятие риска
Больший риск	Меньший риск
Недобровольный	Добровольный
Искусственный	Природный
Известный	Экзотический
Хронический (постоянный)	Катастрофический (аварийный)
Незапоминающийся	Хорошо запоминающийся
Риски, контролируемые другими лицами	Риски, контролируемые самим индивидуумом
Морально значимый	Морально незначимый
Риски без выгод	Риски с выгодой
Источники информации о риске, не заслуживающие доверия	Источники информации о риске, заслуживающие доверия

2.4.8. Реакция человека или группы людей на риск определяется как индивидуальными факторами, так и факторами, характеризующими сам риск или информацию о нем.

2.4.9. К индивидуальным факторам, влияющим на восприятие риска, относят: знания, опыт, личностные особенности, эмоциональное состояние.

2.4.10. Факторы, связанные с самим риском, в свою очередь, характеризуются: происхождением опасности и теми последствиями, к которым может привести риск; выраженностью риска для индивида или группы лиц; выраженностью последствий риска; вариабельностью информации о риске, получаемой из различных источников.

2.4.11. В основу планирования мероприятий по информированию о рисках могут быть положены стратегии риск-коммуникации, предлагаемые ВОЗ (приложение 2 к настоящему Руководству).

2.4.12. Информирование о рисках здоровью населения рекомендуется строить в соответствии со следующими принципами:

1) адресность – информация о рисках здоровью должна быть направленной, предназначенной конкретной группе. Процесс распространения информации должен иметь четкую цель, а каналы распространения информации – ориентированы на выбранную целевую группу;

2) актуальность – распространяемая информация должна соответствовать текущему периоду времени, быть актуальной, обладать ценностью для принятия решения в сфере управления рисками в момент ее использования. Актуальность информации зависит от динамики изменения ее характеристик и от интервала времени, прошедшего с момента ее возникновения;

3) полнота – информация о рисках здоровью должна быть достаточной для понимания проблемы и принятия решения неспециалистами в сфере сохранения и укрепления здоровья человека; элемент неопределенности при принятии решения в случае соблюдения данного принципа будет минимизирован;

4) доступность – целевая аудитория, на которую рассчитана распространяемая информация о рисках, должна иметь возможность получения данной информации. Выбранные каналы распространения информации должны быть не только открыты для объекта информирования, но и типичны для использования;

5) понятность (когнитивная доступность) – распространяемые сведения должны быть адаптированы для выбранной целевой аудитории. Не рекомендуется употреблять специфические термины, понятия, оперировать научными категориями. Язык изложения информации о рисках здоровью населения должен быть привычен для объекта информирования. Чем более понятна информации, тем больше вероятность, что она будет правильно воспринята;

6) практическая ценность – объект информирования должен иметь возможность использовать полученную информацию для управления рисками. Информация должна соответствовать актуализированным потребностям адресата;

7) достоверность – распространяемые сведения о рисках остаточного количества антибиотиков не должны содержать непроверенных данных, субъективный компонент целесообразно минимизировать.

III. Идентификация опасности

3.1. Общие положения идентификации опасности

3.1.1. На этапе идентификации опасности с учетом цели и задач проводимых исследований, их материального обеспечения, наличия информации о концентрациях химических веществ в объектах среды обитания или реальной возможности ее дополнительного получения, доступности данных о влиянии анализируемых химических соединений на здоровье человека уточняются цели и задачи оценки риска, окончательно формируется план проведения последующих исследований, устанавливаются неопределенности, способные повлиять на полноту и достоверность окончательных заключений и рекомендаций. Тем самым определяются границы оценки риска, характеризующие область применения полученных результатов.

3.1.2. Идентификация опасности предусматривает установление на качественном уровне весомости доказательств способности химического вещества вызывать определенные вредные эффекты у человека.

3.1.3. В качестве источников информации о вредном действии анализируемых химических соединений могут использоваться аналитические обзоры, научные статьи, отчеты, справочники, базы данных, протоколы испытаний, экспертные заключения, актуальные в рассматриваемый период времени.

3.1.4. Основной задачей этапа идентификации опасности является выбор приоритетных, индикаторных химических веществ, изучение которых позволяет с достаточной надежностью охарактеризовать уровни риска нарушений состояния здоровья населения и источники его возникновения.

3.1.5. Этап идентификации опасности предусматривает:

- выявление всех источников загрязнения среды обитания и возможного их воздействия на человека;
- идентификацию всех загрязняющих веществ;
- характеристику потенциальных вредных эффектов химических веществ и оценку научной доказанности возможности развития этих эффектов у человека;
- идентификацию групп населения, наиболее чувствительных к развитию установленных вредных эффектов;
- выявление приоритетных для последующего изучения химических соединений;
- установление вредных эффектов, вызванных приоритетными веществами при оцениваемых маршрутах воздействия (включая приоритетные загрязненные среды и пути поступления химических веществ в организм человека), продолжительности экспозиции (острые, подострые, хронические, пожизненные) и путях их поступления в организм человека (ингаляционное, пероральное, накожное).

3.1.6. На этапе идентификации опасности осуществляется оценка полноты и достоверности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов среды обитания, определяются задачи по дополнительному сбору информации о

фактических и (или) моделируемых концентрациях химических веществ в различных средах, оценивается наличие сведений о количественных критериях, необходимых для последующей характеристики риска здоровью (референтные дозы и концентрации, факторы канцерогенного потенциала, параметры зависимости «экспозиция – ответ», полученные в эпидемиологических исследованиях).

3.1.7. Идентификация опасности является ключевым этапом оценки риска, определяющим целесообразность и объем проведения дальнейших исследований.

3.2. Сбор и анализ данных об источниках, составе и условиях загрязнения на исследуемой территории

3.2.1. С целью определения перечня приоритетных для последующих исследований потенциально вредных химических веществ первоначально составляется максимально полный список всех химических веществ, способных воздействовать на человека на исследуемой территории.

3.2.2. При оценке риска на определенной территории необходимо установить все основные существующие или существовавшие в прошлом источники загрязнения объектов среды обитания, включая источники на прилегающих территориях, потенциально способные воздействовать на исследуемое население в связи с возможностью пространственного распространения загрязнения. При наличии данных необходимо также учитывать возможность межсредовых переходов и накопления химических веществ во вторично загрязненных средах. Рекомендуемый перечень веществ, приоритетных для оценки межсредовых рисков, установленный на основе анализа способности к межсредовым переходам и (или) возможности трансграничных переносов химического загрязнения, приведен в приложении 3 к настоящему Руководству.

3.2.3. При оценке риска конкретного объекта, например, промышленного предприятия, наиболее важным источником информации являются сведения о качественном и количественном составе выбросов/сбросов от данного объекта, их пространственных и временных характеристиках.

3.2.4. При обнаружении явных неточностей, выявленных по итогам анализа официальных сведений о составе выбросов/сбросов с учетом вида источника загрязнения и особенностей используемых технологических процессов, необходимо отразить их в результатах по оценке риска здоровью населения, а для проведения такой оценки целесообразно использовать исходные данные, обеспечивающие наиболее консервативный (наихудший) сценарий воздействия, который позволит обеспечить наибольшую безопасность для здоровья населения.

3.2.5. При проведении оценки риска исходное ориентирование на заранее ограниченное число индикаторных веществ приводит к значительным неопределенностям оценки результатов и затрудняет выбор оптимальных способов управления риском.

3.2.6. В предварительный список должны включаться компоненты выбросов от источников загрязнения атмосферного воздуха, возможные опасные продукты трансформации загрязняющих веществ в среде обитания, компоненты сбросов

сточных вод в водоем (в случае его хозяйственно-питьевого или культурно-бытового назначения), химические соединения и продукты их трансформации, попадающие в питьевую воду из водоисточника, в процессе очистки воды, обеззараживания, хранения или доставки потребителям, компоненты загрязнения почвы, вещества, обнаруживаемые в объектах среды обитания (атмосферный воздух, питьевая вода, вода открытых водоемов, почва, пищевые продукты) при проведении санитарно-химических исследований.

3.2.7. Основными источниками информации о промышленных выбросах являются: комплексные экологические разрешения (далее – КЭР), проекты обоснования размеров СЗЗ, ежегодные формы государственной статистической отчетности «2-ТП (воздух)», тома «Атмосфера. Предельно допустимые выбросы вредных веществ» изучаемого населенного пункта или тома НДВ отдельных предприятий, сводные расчеты загрязнения атмосферного воздуха (при наличии).

3.2.8. В дополнение к стационарным источникам выброса учитывается вклад автотранспорта в загрязнение приземного слоя атмосферы населенного пункта. Официальной ежегодной отчетности о выбросах автотранспорта по населенным пунктам страны нет, однако в некоторых городах такая информация приводится в сводных расчетах загрязнения атмосферного воздуха по городу.

3.2.9. Информацию о потенциальных загрязнителях водоисточников получают из КЭР, НДС, предпроектных и проектных материалов систем канализования, отдельных очистных сооружений, комплексных природоохранных программ, отчетов территориальных природоохранных государственных органов, а также других уполномоченных организаций, обеспечивающих контроль за сбросом сточных вод в водоемы, закачку стоков в подземные горизонты, захоронение и утилизацию отходов производства и потребления.

3.2.10. Информацию о возможных загрязнениях питьевой воды следует получать, например, из проектов системы водоснабжения, технологических карт, сертификатов, технических условий и другой документации, относящейся к реагентам, материалам и элементам транспортирующих и разводящих конструкций; протоколов, отчетов.

3.2.11. При анализе возможного загрязнения почвы необходимо принимать во внимание расположение участков ее локального загрязнения, химический состав отходов производства и потребления, захоронений, проливов, а также наличие геохимических провинций и длительного загрязнения сопредельных сред стойкими химическими соединениями (например, загрязнения атмосферного воздуха диоксинами, полихлорированными бифенилами, полициклическими ароматическими углеводородами, тяжелыми металлами).

3.2.12. Для идентификации химических веществ, способных загрязнять пищевые продукты на исследуемой территории, необходимо проводить анализ всех этапов их производства, технологической обработки, хранения, распределения и потребления. Потенциальную опасность для здоровья человека представляют химические соединения, используемые в растениеводстве и животноводстве (пестициды, минеральные удобрения, ветеринарные лекарственные средства), в том числе продукты их трансформации, пищевые добавки и вещества, мигрирующие из упаковки пищевого продукта или

оборудования, служащего для его технологической и кулинарной обработки, а также химические вещества, поступающие в пищевые продукты из различных загрязненных объектов среды обитания (воздуха, воды, почвы).

3.2.13. Наряду с анализом поступления химических веществ в среду обитания от учтенных источников загрязнения, используются результаты санитарно-химических исследований различных объектов среды обитания на изучаемой территории.

3.2.14. Собранные данные группируются с учетом исследуемого объекта среды обитания и мест отбора проб. В анализ следует включать не только итоговые статистические параметры, но и все измеренные концентрации с указанием даты отбора проб.

3.2.15. При наличии сведений о возможности присутствия вещества в исследуемой точке или в зоне потенциального влияния источника загрязнения среды обитания, но не обнаруженного в отобранной пробе, вместо нуля вносится величина концентрации, составляющая $\frac{1}{2}$ предела количественного определения этого химического соединения. Такой прием позволяет избежать значительной асимметрии кривой распределения концентраций, возникающей в случае принятия нулевой концентрации. Однако если чувствительность аналитического метода не высока, то этот прием может приводить к переоценке возможной экспозиции. При отсутствии данных о величине предела количественного определения, сведения о пробе необходимо изъять из анализа, сделав об этом упоминание в тексте отчета. Концентрация в исследуемой точке может быть условно принята нулевой, если вещество обнаруживается в менее чем 5% отобранных проб и нет убедительных доказательств того, что это химическое соединение является специфическим и характерным компонентом загрязнения среды обитания на исследуемой территории.

3.2.16. При оценке имеющихся химико-аналитических данных следует осуществлять адресную привязку постов наблюдения, нанося на графическую карту места отбора проб химических соединений, расположение потенциальных источников загрязнения и мест проживания населения. Это позволяет наглядно оценить возможность экстраполяции данных, полученных в конкретном месте отбора проб, на всю исследуемую территорию, уделяя особое внимание местам локального химического загрязнения среды обитания («горячие точки»).

3.2.17. Каждое из соединений в отчете по оценке риска должно фигурировать только под одним определенным наименованием, которое следует дополнять уникальным идентификационным номером CAS (при наличии), а для выбросов – кодом вещества согласно перечню и кодам веществ, загрязняющих атмосферный воздух. Необходимо обращать внимание на унификацию размерности приводимых в отчете концентраций. Все значения концентраций, в том числе полученные из литературы, должны быть пересчитаны на общепринятые единицы и представлены единообразно (например, мг/м³, мг/л, мг/кг).

3.2.18. Результаты анализа данных об источниках, составе и условиях загрязнения на исследуемой территории представляются в виде итоговых таблиц, характеризующих имеющуюся информацию о качественных и количественных показателях поступления химических соединений в исследуемые объекты среды

обитания, а также сведений о результатах мониторинга химического загрязнения на исследуемой территории. Особенности сбора и анализа имеющейся информации определяются задачами оценки риска и выбранными маршрутами воздействия.

3.3. Выбор показателей опасности потенциально вредных факторов

3.3.1. На этапе идентификации опасности при выборе показателей опасности, необходимых для решения конкретных задач оценки риска, формируется предварительный сценарий и определяются предварительные маршруты и пути воздействия химических веществ, которые в последующем уточняются на этапе оценки экспозиции.

3.3.2. Стандартными при оценке риска являются сценарии для условий, например, селитебной зоны. Возможны также более сложные сценарии, включающие те или иные элементы различных стандартных сценариев. Сценарий воздействия обычно включает в себя несколько маршрутов и путей воздействия. Подробно вопросы, касающиеся сценариев, в том числе многомаршрутного многосредового воздействия, рассмотрены в главе V.

3.3.3. В научном отношении идентификация опасности представляет собой процесс установления причинно-следственной связи между воздействием химического вещества и развитием неблагоприятных эффектов для здоровья человека. Это предусматривает углубленный анализ всех имеющихся научных данных об особенностях поведения химического вещества в среде обитания, о формировании вредных эффектов у человека и (или) животных и их зависимости от путей поступления вещества в организм, уровней и продолжительности воздействия, а также о возможных механизмах развития нарушений состояния здоровья. Идентификация опасности осуществляется как для исходного соединения, так и для токсичных продуктов его превращений в среде обитания и в организме человека.

3.3.4. Источниками данных о потенциальной опасности химического вещества являются его физико-химические свойства, результаты эпидемиологических исследований, установление нарушений состояния здоровья лиц, подвергавшихся вредному воздействию, результаты клинических наблюдений и токсикологических исследований (например, экспериментов на лабораторных животных, опытов *in vitro*, анализа зависимости «химическая структура – биологическая активность»).

3.3.5. В условиях населенных мест ведущее значение для идентификации опасности имеют такие физико-химические свойства вещества, которые определяют особенности его поведения в среде обитания: коэффициент распределения вещества между октанолом и водой (K_{ow}), константа закона Генри (H), растворимость в воде (S), давление насыщенных паров (VPR), фактор биоконцентрирования или биоаккумуляции (BCF), коэффициент распределения вещества в системе «вода-органический углерод почвы» (K_{oc}), диффузия в воздух (D_a) или воду (D_w), константы гидролиза, испарения и фотоллиза, период полураспада вещества, константы биodeградации и другие. Ориентировочное

представление о возможных приоритетных средах дают критерии, отражающие степень сродства химических веществ с объектами среды обитания (табл.3.1).

Таблица 3.1

Сродство химических веществ с различными объектами среды обитания

Степень сродства	Вода, S, г/л	Воздух, Н, Па×м ³ /моль	Почва, log K _{oc}	Животная биота, log K _{ow}	Растительная биота, log K _{oa}
очень высокое	> 1	>10	>5	>5	>8
высокое	1-10 ⁻²	10-10 ⁻¹	5-4	5-3,5	8-7
среднее	10 ⁻² -10 ⁻³	10 ⁻¹ -10 ⁻²	4-2	3,5-3	7-5
низкое	10 ⁻³ -10 ⁻⁵	10 ⁻² -10 ⁻⁴	2-1	3-1	5-4
очень низкое	<10 ⁻⁵	<10 ⁻⁴	<1	<1	<4

Примечание:
 S – растворимость в воде;
 Н – константа закона Генри;
 K_{oc} – коэффициент распределения органического углерода между почвой и водой;
 K_{ow} – коэффициент распределения октанол/вода;
 K_{oa} – коэффициент распределения октанол/воздух.
 Источниками сведений о данных показателях являются разнообразные специализированные справочники и электронные базы данных, а также количественные зависимости «химическая структура-свойства».

3.3.6. С целью выявления приоритетных веществ следует обобщить физико-химические свойства анализируемых соединений в сводной таблице, данные которой позволяют ранжировать исследуемые вещества по способности к межсредовым переходам и стабильности в различных объектах среды обитания, выбирать преимущественные маршруты воздействия, пути поступления химических веществ в организм, а также приоритетные среды для определения расчетного или реального содержания химических веществ при оценке экспозиции (табл. 3.2).

Таблица 3.2

Сведения о физико-химических свойствах потенциально приоритетных веществ

Вещество (CAS)	S мг/л	VPR, мм рт.ст.	Н, Па×м ³ /моль	K _{oc}	Период полураспада, сутки			
					воздух	почва	грунтовая вода	речная вода
-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание:
 S – растворимость в воде;
 VPR – давление паров;
 Н – константа закона Генри;
 K_{oc} – коэффициент распределения органический углерод почвы/вода.

3.3.7. При оценке риска поступления химических веществ в организм человека с местными пищевыми продуктами в табл. 3.2 дополнительно вносятся такие показатели как факторы биоконцентрирования или биоаккумуляции (BCF).

3.3.8. Целесообразно проведение оценки кумулятивного (многосредового) риска, обусловленного поступлением химических соединений в организм человека одновременно из нескольких сред, в случае обнаружения химических веществ одновременно в нескольких объектах среды обитания, в том числе обладающих способностью к межсредовым переходам.

3.4. Анализ информации о показателях опасности химических канцерогенов

3.4.1. Анализ информации о показателях опасности химических канцерогенов основан на установлении степени доказанности канцерогенности исследуемого вещества для человека; выявлении условий реального проявления канцерогенного эффекта; оценки соответствия этих условий специфическим особенностям выбранного сценария воздействия.

3.4.2. Сведения о весомости доказательств канцерогенности для человека химических веществ представлены в отечественных³ и международных источниках⁴.

3.4.2.1. Классификация доказательств канцерогенности МАИР:

- 1 – канцерогены для человека;
- 2А – вероятные канцерогены для человека (наличие ограниченных доказательств для канцерогенности для человека);
- 2В – возможные канцерогены для человека (достаточные доказательства канцерогенности для животных);
- 3 – не классифицируемые как канцерогены для человека;
- 4 – наличие доказательств неканцерогенности для человека.

3.4.2.2. Классификация доказательств канцерогенности U.S. EPA:

- А – канцерогены для человека;
- В1 – вероятные канцерогены для человека (ограниченные доказательства канцерогенности для человека);
- В2 – вероятные канцерогены для человека (достаточные доказательства для животных при отсутствии или неадекватности данных для человека);
- С – возможные канцерогены для человека (ограниченные доказательства канцерогенности для животных и неадекватные данные для человека);
- D – неклассифицируемые как канцерогены для человека (недостаточные доказательства);
- Е – наличие доказательств отсутствия канцерогенности для человека.

3.4.2.3. Классификация доказательств канцерогенности по классификации CLP:

- 1А – достаточные доказательства канцерогенности для человека;

³ Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ: www.rpohv.ru (в свободном доступе).

⁴ Международное агентство по изучению рака (англ. International Agency for Research on Cancer, IARC): www.iarc.fr (в свободном доступе) (далее – МАИР); Федеральная интегрированная база данных с параметрами для оценки риска (англ. Integrated Risk Assessment, IRIS U.S. EPA): www.epa.gov/iris (в свободном доступе) (далее – U.S. EPA); Регламент о классификации, маркировке и упаковке химических веществ и смесей (англ. Classification, labelling and packaging of chemicals, CLP): www.un-ilibrary.org/content/books/9789210052184#chapters (в свободном доступе) (далее – CLP).

– 1В – ограниченные доказательства канцерогенности для человека в сочетании с достаточными доказательствами канцерогенности для животных или достаточные доказательства канцерогенности для животных, усиленные поддерживающими данными;

– 2 – вероятно канцерогенные для человека, канцерогенность которых доказана на животных, а доказательства канцерогенности для человека ограничены либо являются недостаточно убедительными для отнесения к классу 1.

3.4.3. На этапе идентификации опасности в качестве потенциальных химических канцерогенов рассматриваются вещества, относящиеся к группам 1, 2А, 2В по классификации МАИР, 1А, 1В, 2 по классификации CLP, группам А, В1, В2, С по классификации U.S. EPA, а также канцерогены в соответствии с санитарно-эпидемиологическими требованиями⁵.

3.4.4. В качестве дополнительных источников информации по канцерогенности химических веществ могут быть использованы отечественные и зарубежные базы данных, с обязательным включением библиографических ссылок в отчет по оценке риска (приложение 4 к настоящему Руководству).

3.4.5. Для химических канцерогенов необходимо установить наличие критериев для последующей оценки риска: факторов канцерогенного потенциала (SF) при пероральном (SF_o) и ингаляционном (SF_i) воздействии, а также соответствующие показатели единичного риска (UR_o/UR_i). Более подробно критерии канцерогенного риска рассмотрены в главе IV.

3.4.6. С целью характеристики наличия информации, необходимой на последующих этапах оценки риска канцерогенов, следует обобщить сведения о показателях опасности развития канцерогенных эффектов в сводной таблице (табл. 3.3).

Таблица 3.3

Сведения о показателях опасности развития канцерогенных эффектов

Вещество	CAS	Классификация канцерогенной опасности		Факторы канцерогенного потенциала		Величина единичного риска	
		МАИР	U.S.EPA	SF _i	SF _o	UR _i	UR _o
-	-	-	-	-	-	-	-
Примечание: SF_o, SF_i – факторы канцерогенного потенциала для перорального и ингаляционного путей поступления, (мг/(кг×сут.))⁻¹; UR_i – единичный риск при ингаляционном воздействии на 1 мг/м³; UR_o – единичный риск при пероральном воздействии на 1 мг/л.							

⁵ Главы I, III СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания», утвержденные постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 28.01.2021 № 2 (зарегистрировано Минюстом России 29.01.2021, регистрационный № 62296), с изменениями, внесенными постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 30.12.2022 № 24 (зарегистрировано Минюстом России 09.03.2023, регистрационный № 72558) (далее – СанПиН 1.2.3685-21).

3.5. Анализ информации о показателях опасности развития
неканцерогенных эффектов

3.5.1. На этапе идентификации опасности следует провести анализ наличия данных о референтных уровнях при острых и (или) хронических воздействиях химических веществ, включенных в предварительный перечень приоритетных соединений. Одновременно необходимо указать те критические органы/системы и эффекты, которые соответствуют установленным референтным дозам/концентрациям. Также указываются имеющиеся сведения об эпидемиологических критериях риска анализируемых веществ. Более подробные сведения о референтных уровнях воздействия и эпидемиологических критериях риска приведены в главе IV.

3.5.2. Информация о полученных параметрах опасности неканцерогенных эффектов обобщается в сводной таблице (табл. 3.4).

Таблица 3.4

Сведения о параметрах опасности развития неканцерогенных эффектов

Вещество (CAS)	RfD, мг/кг	Критические органы/системы	Источник данных	RfC мг/м³	Критические органы/системы	Источник данных	ЭКР
-	-	-	-	-	-	-	-
Примечание: RfD – референтная доза; RfC – референтная концентрация; ЭКР – наличие эпидемиологических критериев риска (т.е. зависимостей «концентрация – ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях).							

3.5.3. При анализе перечня потенциально приоритетных веществ необходимо выделить группы веществ, которые предположительно одновременно поступают в организм. Для таких химических соединений необходимо провести сопоставление критических органов/систем и эффектов, а также на основе имеющихся литературных данных или по аналогии со структурно близкими веществами и рассмотреть условную модель их совместного (комбинированного и комплексного) действия. В качестве консервативного подхода к оценке комбинированного действия неканцерогенов используется предположение об аддитивности действия веществ, воздействующих на одни и те же органы или системы организма.

3.5.4. На этапе идентификации опасности рекомендуется сгруппировать вещества по их вредным эффектам и (или) критическим органам и системам: канцерогены; вещества, воздействующие на печень, почки, органы дыхания и так далее. Для веществ, влияющих на органы дыхания, более предпочтительными являются сведения о первично вызываемых вредных эффектах со стороны органов дыхания (например, гиперплазия обонятельного эпителия, раздражающее действие, фиброз легких).

3.6. Выбор приоритетных для исследования химических веществ

3.6.1. Максимально полный перечень потенциально приоритетных веществ на исследуемой территории необходимо проанализировать с целью выявления химических соединений, представляющих повышенную опасность при тех путях поступления в организм человека, которые были выделены в процессе формирования предварительного сценария воздействия.

3.6.2. Этапами формирования окончательного перечня приоритетных веществ являются:

- сбор данных о химических веществах, потенциально способных воздействовать на здоровье человека;
- анализ их опасности для здоровья человека, а также имеющейся информации о концентрациях в различных объектах среды обитания;
- предварительное ранжирование химических веществ с учетом объема их поступления в среду обитания и степени выраженности их канцерогенных и токсических свойств;
- определение типичных сценариев экспозиции для выбранных веществ;
- расчет рисков для этих сценариев воздействия с использованием стандартных методов и доступных данных о параметрах опасности, концентрациях в среде обитания и зависимостях «доза – ответ» (референтные уровни воздействия, факторы канцерогенного потенциала);
- ранжирование химических веществ с учетом полученных ориентировочных значений канцерогенных и неканцерогенных рисков;
- составление окончательного перечня приоритетных химических соединений, подлежащих дальнейшей оценке.

3.6.3. Всесторонняя оценка риска воздействия на здоровье человека всех потенциально вредных веществ на практике редко осуществима из-за большого объема исследования и требуемых материальных ресурсов, а также из-за отсутствия адекватных данных об уровнях воздействия и потенциальной опасности ряда химических соединений. В связи с этим анализ обычно проводится на основе детального исследования приоритетных (индикаторных) веществ, которые наилучшим образом характеризуют реальный риск для здоровья населения, проживающего на исследуемой территории.

3.6.4. Ведущими критериями для выбора приоритетных (индикаторных) загрязняющих веществ являются их токсические свойства, распространенность в среде обитания и вероятность их воздействия на человека: количество вещества, поступающее в среду обитания; численность населения, потенциально подверженного воздействию; высокая стойкость (персистентность) вещества в объекте среды обитания; способность к биоаккумуляции; способность вещества к межсредовому распределению, миграции из одной среды в другие среды, что проявляется в одновременном загрязнении нескольких сред и пространственном распространении загрязнения; опасность для здоровья человека, т.е. способность вызывать вредные эффекты (необратимые, отдаленные, обладающие высокой медико-социальной значимостью).

3.6.5. Исключение химических соединений из первоначального перечня анализируемых веществ осуществляется с использованием следующих критериев:

- наличие результатов измерений концентраций химического вещества, подтверждающих его отсутствие в объектах среды обитания;
- отсутствие сведений для проведения моделирования распространения в среде обитания химического вещества;
- концентрация неорганического вещества (железа, кальция и других) ниже естественных фоновых уровней;
- обнаружение вещества только в небольшом числе проб (менее 5%);
- концентрация вещества существенно ниже референтных (безопасных) уровней воздействия: величина коэффициента опасности (HQ) меньше 0.1, канцерогенный риск меньше 10^{-6} при условии, что при комбинированном действии с другими химическими соединениями, обладающими однородным действием и (или) действующими на одни и те же органы или системы, исключение данного соединения не приведет к существенному снижению суммарного риска;
- отсутствие выраженной токсичности и подозрений в отношении канцерогенности для человека;
- отсутствие адекватных данных о биологическом действии вещества при невозможности ориентировочного прогноза показателей токсичности и опасности (например, путем анализа зависимостей «химическая структура – биологическая активность», экстраполяции с других путей поступления в организм или другой продолжительности воздействия);
- концентрация эссенциального элемента в пределах его естественных фоновых уровней.

3.6.6. Существенное сужение перечня анализируемых химических соединений может резко исказить итоговые величины рисков, что неминуемо приведет к неверным результатам при ранжировании источников риска. В связи с этим целесообразно провести хотя бы разовые измерения концентраций с последующим расчетом уровней риска.

3.6.7. Соблюдение действующих гигиенических нормативов не является основанием для исключения вещества из перечня анализируемых химических соединений

3.6.8. Приоритетность химических соединений оценивается также с учетом принадлежности к перечням приоритетных и особо опасных химических веществ, а также к перечням химических соединений, являющихся типичными компонентами загрязнения городской среды или характерными для выбросов/сбросов от конкретных промышленных объектов (теплоэлектростанции, мусоросжигательные заводы, нефтеперерабатывающие предприятия и другие) и автотранспорта. При описании результатов оценки риска приводятся библиографические ссылки на источники сведений о приоритетных и особоопасных химических веществах, а также об использованных перечнях типичных компонентов промышленных объектов.

3.6.9. В процессе идентификации опасности при отборе химических соединений для дальнейших исследований регистрируются все первоначально включенные и в последующем исключенные химические соединения в сводной таблице (табл. 3.5).

Таблица 3.5

Химические вещества, проанализированные на этапе идентификации опасности

Вещество	CAS	Причина включения в список	Причина исключения из списка	Включено в оценку риска (±)
-	-	-	-	-

3.7. Методы ранжирования химических соединений

3.7.1. Целью ранжирования химических веществ на этапе идентификации опасности является обоснование перечня химических веществ для последующей оценки экспозиции и характеристики риска, оптимально соответствующего задачам исследования и имеющимся материальным ресурсам.

3.7.2. С целью предварительного ранжирования химических веществ используются: сведения об объемах поступлений в среду обитания и численности населения; результаты моделирования рассеивания загрязнений (при наличии соответствующих автоматизированных программных комплексов) и особенностей поведения в среде обитания; имеющиеся данные мониторинга содержания химических соединений в различных объектах среды обитания; данные о вредных эффектах, вызываемых химическим веществом; значения референтных уровней воздействия и факторов канцерогенного потенциала; принадлежность химического вещества к перечням приоритетных опасных или особо регулируемых химических соединений.

3.7.3. На этапе идентификации опасности используется метод предварительного ранжирования потенциальных канцерогенов по величине суммарной годовой эмиссии и весового коэффициента канцерогенного эффекта (W_c), устанавливаемого в зависимости от значений фактора канцерогенного потенциала (SF) и группы канцерогенности по классификации МАИР или соответствующие им группы по классификации U.S.EPA или CLP. В случае наличия у химического вещества различий по классификациям доказательств канцерогенности МАИР, CLP и U.S.EPA (приложение 16 к настоящему Руководству), определение весового коэффициента для оценки канцерогенных эффектов химического вещества следует проводить по наиболее жесткой группе доказательств канцерогенности. Определение индекса сравнительной канцерогенной опасности (HRI_c) представлено в формуле 1 и табл. 3.6:

$$HRI_c = E * W_c * P / 10000,$$

(1)

где:
 HRI_c – индекс сравнительной канцерогенной опасности;

E – величина условной экспозиции, т/год (при сравнении опасности загрязнений различных объектов среды обитания, величину E следует представлять в баллах: поступление в количестве <10 т/год – 1 балл, 10–100 – 2 балла, 100–1000 – 3 балла, 1000–10000 – 4 балла, >10000 – 5 баллов);

W_c – весовой коэффициент канцерогенного эффекта;
 P – численность популяции (при очень выраженных различиях в численности населения на сравниваемых территориях, значения P следует представлять в баллах: <1000 чел. – 1 балл, 1000–100000 чел. – 2 балла, 100000–10000000 чел. – 3 балла, >10000000 чел. – 4 балла).
Примечание: единицы измерения параметров, входящих в формулу 1, должны быть одинаковыми для всех сопоставляемых химических веществ.

Таблица 3.6

Весовые коэффициенты для оценки канцерогенных эффектов (W_c)

Фактор канцерогенного потенциала (фактор наклона (SF)), (мг/(кг× сут.)) ⁻¹	Группа канцерогенности по классификации					
	МАИР	CLP	U.S.EPA	МАИР	CLP	U.S.EPA
	1, 2A	1A, 1B	A, B1/B2	2B	2	C
<0,005	10			1		
0,005-0,05	100			10		
0,05-0,5	1000			100		
0,5-5	10000			1000		
5-50	100000			10000		
>50	1000000			1000000		
Примечание: 1, 2A/2B – вещества, относящиеся к классам 1, 2A/2B по классификации МАИР; 1A, 1B, 2 – вещества, относящиеся к классам 1A, 1B, 2 по классификации CLP; A, B1/B2, C – вещества, относящиеся к классам A, B1/B2, C по классификации U.S.EPA.						

3.7.4. Для предварительного ранжирования веществ, не обладающих канцерогенным риском (системные токсиканты), используется метод, аналогичный вышеописанному. При этом применяют весовые коэффициенты, основанные на безопасных дозах или концентрациях (TW). Определение индекса сравнительной неканцерогенной опасности (HRI) представлено в формуле 2 и табл. 3.7:

$$HRI = E \times TW \times P/10000,$$

(2)

где:
 HRI – индекс сравнительной неканцерогенной опасности;
 E – величина условной экспозиции, т/год (при сравнении опасности загрязнений различных объектов среды обитания, величину E следует представлять в баллах: поступление в количестве <10 т/год – 1 балл, 10–100 – 2 балла, 100–1000 – 3 балла, 1000–10000 – 4 балла, >10000 – 5 баллов);
 TW – весовой коэффициент влияния на здоровье;
 P – численность популяции (при очень выраженных различиях в численности населения на сравниваемых территориях, значения P следует представлять в баллах: <1000 чел. – 1 балл, 1000–100000 чел. – 2 балла, 100000–10000000 чел. – 3 балла, >10000000 чел. – 4 балла).
Примечание: единицы измерения параметров, входящих в формулу 2, должны быть одинаковыми для всех сопоставляемых химических веществ.

Таблица 3.7

Весовые коэффициенты для оценки неканцерогенных эффектов

Референтная (безопасная) доза (RfD), мг/кг	Референтная (безопасная) концентрация (RfC), мг/м³	Весовой коэффициент
<0,00005	<0,000175	100000
0,00005-0,0005	0,000175-0,00175	10000
0,0005-0,005	0,00175-0,0175	1 000
0,005-0,05	0,0175-0,175	100
0,05-0,5	0,175-1,75	10
>0,5	>1,75	1

Примечание: значения референтных доз и концентраций должны иметь одинаковый период осреднения экспозиции (например, референтные концентрации для условий острого и хронического воздействия).

3.7.5. При ранжировании необходимо учитывать сумму выбросов всех твердых компонентов как группу общих взвешенных частиц (TSP). Твердые компоненты выбросов, вклад которых в формирование суммарного объема группы общих взвешенных частиц наиболее значим, следует включать в итоговый перечень приоритетных для дальнейших исследований веществ. При наличии сведений о дисперсности частиц выделяют группу мелкодисперсных частиц PM₁₀ и (или) группу PM_{2,5}, которые также включаются указанный перечень приоритетных веществ

3.7.6. Наряду с факторами канцерогенного потенциала и референтными концентрациями/дозами для оценки риска воздействия веществ некоторых химических классов могут использоваться фактор относительной активности (PEF) или фактор эквивалентной токсичности (TEF), характеризующие канцерогенную или неканцерогенную способность данного вещества относительно определенного эталонного канцерогена, у которого фактор относительной активности (PEF) или фактор эквивалентной токсичности (TEF) равен 1,0. В частности, значения данных факторов разработаны для полициклических ароматических углеводородов (эталон – бенз(а)пирен), полихлорированных диоксинов и бензофуранов (эталон – 1,4,7,8-тетрахлорпдibenзо-п-диоксин). Варианты применения фактора относительной активности (PEF) или фактора эквивалентной токсичности (TEF) на этапе идентификации опасности, а также оценки зависимости «экспозиция – ответ» и оценки экспозиции, а также известные их значения для некоторых химических соединений приведены в приложении 5 к настоящему Руководству.

3.7.7. Результаты оценки приоритетности и ранжирования с использованием вышеизложенного метода представляются в таблице по рекомендуемой форме (табл. 3.8).

Таблица 3.8

Таблица для выделения приоритетных загрязнителей

NN п/п	Наименование веществ	CAS	Сведения об объемах поступлений в среду обитания/концентрации в объектах среды обитания	Референтная концентрация/доза	Канцерогенная опасность (по группе МАИР /U.S.EPA/CLP)	Фактор канцерогенного потенциала (фактор наклона (SF))	Индекс сравнительной неканцерогенной опасности, HRI	Индекс сравнительной канцерогенной опасности, HRI _c	Ранг по неканцерогенному действию	Ранг по канцерогенной опасности
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: в случае проведения оценки риска здоровью населения с учетом проектных материалов обоснования границ СЗЗ, томов НДВ дополнительно указывается код выброса.

3.7.8. С использованием величин индексов сравнительной опасности отдельно ранжируются списки канцерогенов и неканцерогенов. В дальнейшую оценку риска включаются вещества, формирующие не менее 90% величины HRI. Результаты оценки приоритетности и ранжирования потенциально опасных для здоровья химических веществ следует вносить в итоговую таблицу (табл. 3.9).

Таблица 3.9

Химические вещества, включенные в последующую оценку риска

Вещество	CAS	Принадлежность к перечням приоритетных и особо опасных веществ	Наличие данных мониторинга да/нет	Вклад в формирование индекса сравнительной опасности		Причина включения/исключения из оценки риска	Включено/исключено из оценки риска (+/-)
				канцерогены HRIc	неканцерогены HRI		
-	-	-	-	-	-	-	-

IV. Оценка зависимости «экспозиция – ответ»

4.1. Общие положения оценки зависимости «экспозиция – ответ»

4.1.1. Оценка зависимости «экспозиция – ответ» – это процесс установления/выбора количественных показателей, характеризующий связь между воздействующей дозой (концентрацией) загрязняющего вещества и вероятностью вредных эффектов в экспонируемой популяции.

4.1.2. Методология оценки риска основывается на том, что:

- канцерогенные эффекты при воздействии химических канцерогенов, обладающих генотоксическим действием, могут возникать при любой дозе, вызывающей инициирование повреждений генетического материала;
- для неканцерогенных веществ и канцерогенов с негенотоксическим механизмом действия предполагается существование уровней, ниже которых вредные эффекты не возникают.

4.1.3. Целью данного этапа является обобщение и критериальный анализ всех имеющихся данных о гигиенических нормативах, безопасных уровнях воздействия (референтных дозах и концентрациях), критических органах/системах и вредных эффектах, а также детализация эффектов воздействия на критические органы/системы, в том числе с учетом уровня экспозиции.

4.1.4. Для оценки риска здоровью населения от воздействия контаминантов пищевых продуктов могут быть использованы допустимая суточная доза (далее – ДСД), условно переносимое месячное поступление (далее – УПМП), условно переносимое недельное поступление (далее – УПНП), условно переносимое суточное поступление (далее – УПСП). Значения критериев оценки риска здоровью от воздействия контаминантов могут быть получены из следующих источников: приложение 1 к настоящему Руководству (RfD), сайт Продовольственной и сельскохозяйственной Организации Объединенных Наций (англ. Food and

Agriculture Organization of the United Nations, FAO)⁶, сайт Объединённый экспертный комитет ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (англ. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA)⁷ и санитарно-эпидемиологические требования⁸. Для контаминантов, обладающих выраженной способностью к кумуляции, расчет проводится по отношению к УПНП и УПМП.

4.1.5. На этом этапе осуществляется анализ данных, полученных в процессе идентификации опасности, и сведений о количественных параметрах зависимостей «экспозиция (доза, концентрация) – ответ». Оценка риска всегда конкретна и показывает риск развития вредных эффектов и (или) вероятность поражения определенных органов и систем организма человека.

4.1.6. При установлении референтных уровней воздействия химических веществ следует ориентироваться на тот вредный эффект, который возникает при действии наименьшей из эффективных доз (критический эффект, критические органы/системы). При этом не следует игнорировать и другие вредные эффекты, возникающие при дозах, превышающих пороговую.

4.1.7. Характеристиками зависимости «экспозиция (доза, концентрация)-ответ», которые наиболее часто используются для оценки канцерогенного риска, а также рисков здоровью при воздействии некоторых наиболее распространенных химических загрязнений, достаточно подробно изученных в эпидемиологических, клинических и иных исследованиях, являются: величина наклона зависимости «экспозиция-ответ», отражающая возрастание вероятности развития вредной реакции при увеличении дозы (концентрации) на 1 мг/кг или 1 мг/м³; уровень воздействия, связанный с определенной вероятностью эффекта (показатели этой группы применяются для установления реперных, т.е. опорных доз и концентраций (BMD/BMC), соответствующих статистической нижней доверительной границе вероятности наступления неблагоприятного эффекта (по сравнению с контролем).

4.1.8. Параметрами для расчета неканцерогенного риска здоровью являются:

- референтные дозы и концентрации для условий острых и хронических воздействий;

- показатели функции зависимости «концентрация – эффект» (далее – ФКЭ) для 24-часового (среднесуточное), 8-ми часового или среднегодового воздействия.

4.1.9. Основной параметр для оценки канцерогенного риска воздействия канцерогенного агента с беспороговым механизмом действия:

- фактор канцерогенного потенциала или фактор наклона (SF), характеризующий степень нарастания канцерогенного риска с увеличением воздействующей дозы на одну единицу;

- единичный риск (UR), представляющий верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска у человека, подвергающегося на протяжении всей своей жизни постоянному воздействию анализируемого канцерогена в концентрации 0,01 мг/м³ в атмосферном воздухе.

⁶ www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/codex-texts/maximum-residue-limits/ru (в свободном доступе).

⁷ apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/search.asp (в свободном доступе).

⁸ Глава IX СанПиН 1.2.3685-21.

4.2. Параметры для оценки неканцерогенного риска. Применение показателей функции зависимости «концентрация – эффект»

4.2.1. При оценке зависимости «экспозиция-ответ» приоритет имеют результаты, полученные путем эпидемиологических и клинических наблюдений.

В отношении ряда химических веществ (например, озона, взвешенных частиц, диоксида серы и других) оценка риска здоровью может осуществляться с применением показателей ФКЭ.

Показатели ФКЭ накапливаются по результатам эпидемиологических исследований, направленных на оценку показателей здоровья, заболеваемости и смертности населения для определения статистических зависимостей между воздействием загрязняющих атмосферный воздух городских и сельских поселений химических веществ, их концентрациями и ответом на них популяции в целом и ее различных групп. К данным показателям относятся: коэффициент регрессии g или b , относительный риск (RR), отношение шансов (OR).

4.2.2. Показатели ФКЭ отражают ожидаемый прирост частоты нарушений состояния здоровья на единицу воздействующей концентрации. Наиболее часто значения RR приводятся в литературе для определенного диапазона концентраций (ΔC), например, на каждые $0,01 \text{ мг/м}^3$ (для оксида углерода эта величина чаще всего соответствует 10 мг/м^3).

Количественные значения риска, полученные на основе ФКЭ, представляют собой, как и все другие оценки риска, относительные величины, характеризующие сравнительную приоритетность тех или иных загрязняющих веществ, источников их поступления в атмосферный воздух.

4.2.3. При выборе параметров ФКЭ приоритет следует отдавать показателям, рекомендованным международными организациями (например, ВОЗ), а также установленным с использованием современных требований к проведению эпидемиологических исследований.

4.2.4. Параметры ФКЭ рекомендованы к использованию для оценки эффективности проводимых профилактических мероприятий, а также для сравнительной оценки риска здоровью. Параметры ФКЭ, рекомендованные к использованию, приведены в приложении 6 к настоящему Руководству.

4.2.5. В оценке неопределенностей при применении критериев, полученных в эпидемиологических исследованиях, важнейшее значение имеет проверка соответствия данных исследований и полученных результатов основополагающим признакам наличия причинно-следственной связи между воздействием и нарушениями состояния здоровья. Данные показатели следует с большой осторожностью применять при обосновании управленческих решений.

4.2.6. Для количественной оценки неканцерогенного риска могут быть применены параметры математических моделей зависимости вероятности негативных ответов от уровня экспозиции с использованием результатов эпидемиологических и клинических наблюдений. Методика расчета вероятности ответов (заболеваний), связанной с действием факторов риска, и примеры параметров полученных моделей представлены в приложении 7 к настоящему Руководству.

4.2.7. Количественная оценка риска здоровью населения может быть проведена также с применением эволюционного моделирования (приложение 8 к настоящему Руководству).

4.3. Параметры для оценки неканцерогенного риска. Применение референтных уровней воздействия

4.3.1. Рекомендуемые значения референтных доз и концентраций с указанием критических органов и (или) систем, источников информации представлены в приложении 1 к настоящему Руководству.

Для экстраполяции значений RfD с перорального пути поступления на условия кожного воздействия данные величины пересчитываются с использованием коэффициента всасывания в желудочно-кишечном тракте (GIABS), в долях единиц, на значения поглощенных доз (формула 3):

$$\text{RfDd} = \text{RfDo} \times \text{GIABS}, \quad (3)$$

где:

RfDd – поглощенная доза при кожном воздействии, мг/кг;

RfDo – референтная доза при хроническом пероральном поступлении, мг/кг;

GIABS – коэффициент всасывания в желудочно-кишечном тракте.

Значения коэффициента всасывания в желудочно-кишечном тракте химических веществ (GIABS) можно получить с использованием общедоступных баз данных⁹.

4.3.2. Специфическими особенностями оценки риска здоровью населения при кратковременных (острых) воздействиях химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух, являются: необходимость учета различной продолжительности кратковременной непрерывной экспозиции (от нескольких минут до 24 часов); необходимость учета канцерогенности и токсических острых эффектов химических веществ для критических органов и систем.

Под величиной референтной концентрации острого ингаляционного воздействия (ARfC) понимается максимальная концентрация, не вызывающая развития вредных для здоровья эффектов у большинства чувствительных индивидуумов при регламентированном 1-часовом времени осреднения экспозиции и повторяемости не чаще 1 раза в 2 недели с указанием на критические органы и системы. При этом в понятие вредных эффектов не входят рефлекторные реакции (например, ощущение запаха, раздражающего действия), если они не вызывают прямых эффектов на здоровье населения.

4.4. Параметры для оценки канцерогенного риска

4.4.1. Основным параметром для оценки канцерогенного риска воздействия канцерогенного агента с беспороговым механизмом действия является фактор

⁹ Rais.ornl.gov/tools/profile.php (в свободном доступе); www.epa.gov/superfund (в свободном доступе).

канцерогенного потенциала или фактор наклона (SF), характеризующий степень нарастания канцерогенного риска с увеличением воздействующей дозы на одну единицу. Фактор наклона (SF) имеет размерность $(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{день}))^{-1}$. Этот показатель отражает верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска за ожидаемую продолжительность жизни человека (70 лет). Значения фактора наклона (SF) устанавливаются отдельно для ингаляционного (SF_i) и перорального (SF_o) поступления химических канцерогенов. Перечень канцерогенных веществ с отобранными в соответствии с международными рекомендациями факторами канцерогенного потенциала, классами канцерогенности по классификациям U.S. EPA и МАИР, а также источниками информации содержится в приложении 1 к настоящему Руководству.

4.4.2. Другим параметром для оценки канцерогенного риска является величина так называемого единичного риска (UR), представляющего собой верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска у человека, подвергающегося на протяжении всей своей жизни постоянному воздействию анализируемого канцерогена в концентрации 1 $\text{мкг}/\text{м}^3$ (атмосферный воздух) или 1 $\text{мкг}/\text{л}$ (питьевая вода).

4.4.3. Единичный риск (UR) рассчитывается с использованием величины фактора наклона (SF) и стандартных значений массы тела человека (70 кг), суточного потребления воздуха (20 $\text{м}^3/\text{сут.}$) и (или) питьевой воды (2 $\text{л}/\text{сут.}$) (формулы 4 и 5):

$$\text{UR}_i [\text{м}^3/\text{мг}] = \text{SF}_i [(\text{кг} \times \text{сут.})/(\text{мг})] \times 1/70 [\text{кг}] \times 20 [\text{м}^3/\text{сут.}]; \quad (4)$$

$$\text{UR}_o [\text{мг}/\text{л}] = \text{SF}_o [(\text{кг} \times \text{сут.})/(\text{мг})] \times 1/70 [\text{кг}] \times 2 [\text{л}/\text{сут.}], \quad (5)$$

где:

UR_i – единичный риск при ингаляционном воздействии канцерогена;

UR_o – единичный риск при пероральном воздействии канцерогена;

SF_i – фактор наклона для ингаляционного пути поступления химических канцерогенов;

SF_o – фактор наклона для перорального пути поступления химических канцерогенов.

4.4.4. В настоящее время имеются лишь единичные данные о значениях фактора наклона для кожного пути поступления химических веществ (SF_d). В международно признанной методологии оценки риска величина фактора наклона для кожного пути поступления (SF_d) для кожного воздействия рассчитывается исходя из значений коэффициента абсорбции в желудочно-кишечном тракте (GIABS) и величины фактора наклона при пероральном введении химического канцерогена (SF_o). В основе данного подхода лежит расчет абсорбированной дозы (формула 6):

$$\text{SF}_d = \text{SF}_o/\text{GIABS}, \quad (6)$$

где:

SF_d – фактор наклона для ингаляционного пути поступления химических канцерогенов;

SF_o – фактор наклона для перорального пути поступления химических канцерогенов;

GIABS – коэффициент всасывания в желудочно-кишечном тракте.

V. Оценка экспозиции

5.1. Общие положения оценки экспозиции

5.1.1. Экспозиция (воздействие) – концентрация или количество определенного химического вещества, которое достигает поражаемого органа целевого организма, системы или популяции и (или) его отдельной группы (например, дети, взрослые, население, проживающее на определенной территории) с определенной частотой в течение определенного периода времени. Воздействие обычно количественно определяется как концентрация агента в среде, интегрированная за время контакта.

5.1.2. Оценка экспозиции (воздействия) – определение интенсивности, частоты, продолжительности и путей воздействия. Этот этап включает оценку особенности экспонируемого населения, определение источников и характера загрязнения объектов среды обитания, оценку распространения загрязнений в объектах среды обитания с анализом процессов трансформации и деградации, с установлением условий, при которых происходит воздействие на человека.

5.1.3. При оценке экспозиции устанавливается количественное поступление химического вещества в организм разными путями (ингаляционным, пероральным, кожным) в результате контакта с различными объектами среды обитания (воздухом, водой, почвой, пищевыми продуктами).

5.1.4. Экспозиция выражается как концентрация вещества в среде обитания (например, мг/м³, мг/дм³, мг/кг), или как доза – масса вещества, поступающая из объектов среды обитания, отнесенная к единице времени (например, мг/день), в том числе нормализованная с учетом массы тела (например, мг/(кг × день)).

5.1.5. При оценке экспозиции осуществляются: определение маршрутов воздействия; идентификация той среды, которая переносит загрязняющее вещество; определение концентраций загрязняющего вещества; определение времени, частоты и продолжительности воздействия; идентификация подвергавшейся воздействию популяции, ее численности, возрастного состава.

5.1.6. Частота воздействия представляет собой число известных по продолжительности интервалов (периодов) контакта между химическим веществом и организмом за определенный период времени (минуты, часы, сутки, месяц, год, жизнь).

5.1.7. На этапе оценки экспозиции с учетом окончательно уточненного сценария воздействия осуществляется анализ имеющихся данных о концентрациях химического вещества в той среде (например, воздухе, воде, почве), с которой контактирует человек (в месте его пребывания, т.е. в точке воздействия).

5.1.8. Сценарий воздействия в зависимости от поставленных задач может быть ограничен оценкой поступления химических веществ только из одной среды (например, атмосферного воздуха, воздуха помещений, питьевой воды, пищевых продуктов) и одним путем (например, ингаляционным) а также от определенных источников.

5.1.9. Для задач оценки кумулятивного, агрегированного и интегрального риска полный сценарий экспозиции включает оценку поступления химических

веществ в организм человека одновременно из разных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, вода рекреационного водоема (водотока), почва, пищевые продукты) различными путями (пероральный, ингаляционный, кожный). Такой тип экспозиции характеризуется как многосредовое и комплексное воздействие.

5.1.10. Путь воздействия (путь от источника загрязнения через воздух, воду, почву или пищевые продукты до человека) описывает механизм, посредством которого индивидуум или популяция подвергаются воздействию химического вещества, точку воздействия и путь поступления. При отдаленности точки воздействия от источника загрязнения путь воздействия включает в себя воспринимающую (транспортную) (в случае межсредовых переходов) и воздействующую среды.

5.1.11. При оценке экспозиции необходимо выявление: конкретного места контакта человека с химическим веществом (микросреды); установление вклада каждого конкретного источника химического загрязнения в месте контакта (в соответствии с программой исследований); факторов экспозиции, влияющих на характер воздействия.

5.1.12. При оценке экспозиции рассматриваются в зависимости от поставленных задач прошлые, настоящие и будущие воздействия.

5.1.13. Определение экспозиции является составной частью не только оценки риска, но и процесса управления риском, поскольку позволяет установить:

- распределение концентраций во времени и пространстве в различных объектах среды обитания;
- население и (или) его отдельные группы с высоким и низким риском;
- приоритетные, эффективные и наиболее экономичные программы и мероприятия по снижению риска;
- вклад в уровни воздействия от различных источников загрязнения;
- факторы, влияющие на попадание загрязнений в среду обитания, пути распространения вредных веществ и пути поступления в организм человека;
- адекватность применяемых мер по снижению загрязнения для достижения безопасных для здоровья уровней.

5.1.14. Оценка экспозиции состоит из трех основных элементов:

- 1) характеристика потенциальной зоны воздействия, которая предусматривает анализ основных физико-географических, метеорологических, орографических и иных параметров среды обитания на исследуемой территории и характеристику населения и (или) групп населения подверженных воздействию;
- 2) идентификация источников загрязнения, потенциальных путей распространения и точек воздействия на человека и маршрутов этого воздействия;
- 3) количественная характеристика экспозиции, предусматривающая установление и оценку величины, частоты и продолжительности воздействий для каждого анализируемого пути, идентифицированного ранее. Данный элемент может включать оценку воздействующих концентраций и расчет поступления в организм человека.

5.1.15. При расчете риска здоровью в виде натуральных показателей целесообразно использовать условный пороговый безопасный (референтный)

уровень воздействия. Отсутствие порога при расчетах натуральных показателей чаще всего приводит к высокому, нереальному числу исходов вредного воздействия.

5.2. Характеристика зоны воздействия и населения под воздействием

5.2.1. Под потенциальной зоной воздействия источника загрязнения понимается:

- при оценке риска от воздействия химических веществ по результатам расчетов рассеивания, загрязняющих атмосферный воздух – территория, описываемая внешней изолинией 0,05 ПДК по совокупности примесей¹⁰;

- при оценке риска от воздействия химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух по данным инструментальных исследований на стационарных постах – территория в радиусе репрезентативности поста – до 5 км¹¹. Репрезентативность данных снижается по мере удаления от поста, особенно в условиях сложного рельефа и большого числа территориально распределенных источников выбросов;

- при оценке риска от воздействия химических веществ, загрязняющих водные объекты – зона рекреационного водопользования;

- при оценке риска от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевые воды систем централизованного водоснабжения – зона питьевого водоснабжения от одного водоисточника (водозабора) или сети хозяйственно-питьевого водоснабжения.

- при оценке риска от воздействия химических веществ, загрязняющих питьевые воды систем нецентрализованного водоснабжения – зона пешей доступности (400 м от водоисточника).

5.2.2. При оценке риска от воздействия химических веществ, загрязняющих пищевые продукты, определяются группы населения, потребляющие эти пищевые продукты.

5.2.3. Объем и структура данных по характеристике зоны воздействия зависят от цели и задач оценки риска.

5.2.3.1. При оценке риска от поступления химических веществ из всех возможных объектов среды обитания (воздух, вода, почва, пищевые продукты) характеристика потенциальной зоны воздействия среды в зависимости от цели и задач исследования может включать в себя анализ следующих свойств и показателей:

- климат (например, температурный режим, количество осадков, относительная влажность, особенности рельефа и высоты местности, количество дней с устойчивым снежным покровом, процесс циркуляции воздушных масс);

- метеоусловия (например, скорость и направление ветра, повторяемость штилей, туманов, приземных инверсий температуры);

- геологическое строение;

¹⁰ ГОСТ Р 58577 «Правила установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ проектируемыми и действующими хозяйствующими субъектами и методы определения этих нормативов», утвержденный приказом Росстандарта от 08.10.2019 № 888-ст.

¹¹ РД 52.04.186-89 «Руководство по контролю загрязнения атмосферы», утвержденное Госкомгидрометом СССР 01.06.1989, Главным государственным санитарным врачом СССР 16.05.1989.

- растительность (например, травяной покров, древесная растительность);
- тип почвы (например, кислый, основной, органический, песчаный) жилой или используемой для хозяйственной деятельности территорий;
- описание особенностей поверхностных и (или) подземных источников питьевого водоснабжения населения (глубина, направление и тип водного потока, особенности гидрохимического состава);
- расположение и описание особенностей участков поверхностных водных объектов (например, тип, скорость течения воды, соленость), используемых для ловли рыбы или рекреационных целей.

5.2.3.2. При оценке риска от поступления химических веществ из отдельных объектов среды обитания характеристика потенциальной зоны воздействия выполняется в отношении приведенных в пункте 5.2.3.1 элементов, имеющих отношение к пути поступления.

5.2.4. На основании характеристик исследуемой территории делается предварительное заключение о потенциальных путях воздействия, взаимодействующих средах и факторах среды обитания, а также возможном транспорте химического вещества из одной среды в другую.

5.3. Характеристика населения под воздействием

5.3.1. Характеристика населения, потенциально подверженного воздействию на исследуемой территории, предусматривает анализ мест проживания (локализация и расстояние от источника загрязнения среды обитания), видов деятельности, а также выявление чувствительных групп.

5.3.1.1. В анализ включаются все население и (или) его отдельные группы, потенциально подверженные воздействию исследуемых факторов. При ретроспективных и проспективных исследованиях в анализ включается население, подверженное воздействиям в прошлом или в будущем (например, в результате миграции химических веществ из загрязненной зоны).

5.3.1.2. Характеристика деятельности населения, в том числе атропогенно, в исследуемой зоне предполагает оценку прошлой, текущей и будущей ситуации. В зависимости от вида данной деятельности выделяют три наиболее типичных зоны:

- жилая (селитебная);
- производственная и (или) общественная;
- рекреационная.

В сельской местности целесообразно выделять сельскохозяйственную зону. Исследуемая зона может иметь смешанный характер использования.

5.3.1.3. Для оценки экспозиции целесообразно определение следующих параметров:

- времени нахождения населения под воздействием (например, при сценарии жилой зоны – минуты, часы, сутки, месяц, год, в течение всей жизни);
- времени пребывания населения в микросредах (в помещении, на открытой местности, в транспорте и так далее с учетом характера деятельности человека в течение суток);
- периода сезонного пребывания.

Период осреднения для хронических неканцерогенных воздействий обычно принимается равным для детей в возрасте до 6 лет – 6 лет, а для детей старше 6 лет и взрослых – 30 лет. Для оценки канцерогенного риска для взрослых – 70 лет.

5.3.1.4. Факторы (дескрипторы) экспозиции – параметры, на основе которых оценивается насколько популяция подвержена воздействию (например, объем дыхания, суточное потребление пищевых продуктов, концентрации загрязняющих веществ в различных средах). Факторы экспозиции используются для расчетов экспозиций и отражают специфические, региональные особенности изучаемых популяций и принятых сценариев воздействия, а при невозможности их получения применяются стандартные факторы экспозиции (приложение 9 к настоящему Руководству).

5.3.1.5. При анализе информации об исследуемой зоне могут быть выявлены группы населения, которые имеют повышенный риск при воздействии химических веществ, обусловленный их повышенной чувствительностью (новорожденные и дети, лица пожилого возраста, беременные и кормящие женщины, больные хроническими заболеваниями), особенностями трудовой деятельности и активности (например, дети из-за возможности их контакта с почвой) и (или) предшествующими воздействиями от других источников (лица, ранее работавшие на вредных производствах или проживавшие на загрязненных территориях).

5.3.1.6. Выявление групп населения, требующих повышенного внимания, проводится на основе установления места расположения в исследуемой зоне организаций, реализующих образовательные программы дошкольного образования, осуществляющих присмотр и уход за детьми (далее – дошкольные образовательные организации), организаций, реализующих образовательные программы начального общего, основного общего и среднего общего образования (далее – общеобразовательные организации), медицинских организаций, жилых зон, мест отдыха и рыбной ловли, основных промышленных и сельскохозяйственных объектов. Для данных групп в дальнейшем следует использовать характерные (отличные от стандартных) для них факторы (дескрипторы) экспозиции.

5.3.2. В проектных работах, связанных с оценкой риска здоровью населения от отдельного(-ных) предприятий, допускается использование сценария воздействия на общую популяцию и сценария жилой зоны – 24 часа.

5.3.3. В специальных исследованиях с целью выявления пожизненного распределения дозовых нагрузок следует учитывать воздействие не только на общую популяцию, но также, в зависимости от поставленных задач, воздействие на различные возрастные группы населения. Выделение возрастных групп может быть использовано для оценки риска воздействия химических веществ на одну и ту же популяцию от детского возраста до старости.

5.4. Маршруты, точки, источники воздействия, пути поступления химического вещества

5.4.1. Маршрут воздействия, описывающий движение химического вещества от источника его поступления в среду обитания до подвергающегося воздействию

населения, является обязательной составной частью любого сценария экспозиции (воздействия).

5.4.1.1. Анализ маршрута воздействия устанавливает связи между источниками выброса загрязнений, их месторасположением, способами попадания химических веществ в среду обитания и местами расположения населения и (или) его отдельных групп и их деятельностью.

5.4.1.2. Маршрут воздействия (путь) химического вещества описывает механизм, посредством которого индивидуум или популяция подвергаются воздействию химического вещества, точку воздействия и путь поступления.

От пути поступления химических веществ может зависеть механизм воздействия на здоровье населения исследуемых факторов, связанных с определенными источниками загрязнения объектов среды обитания.

5.4.1.3. При отдалении точки воздействия от источника маршрут воздействия включает в себя также транспортирующую (в случае межсредовых переходов) и воздействующую среды обитания.

5.4.1.4. Оценка маршрута воздействия включает характеристику источников загрязнения, выбросов и сбросов химических веществ, мест их нахождения; вероятного (ой) поведения (судьбы) химических соединений в среде обитания (например, персистентность, деградация, распределение, транспорт, межсредовые переходы); мест проживания и видов деятельности экспонируемых популяций.

5.4.1.5. Составными частями полного маршрута воздействия являются четыре основных элемента:

- источник и механизм поступления химического вещества в среду обитания;
- воспринимающие (первично загрязняемые), транспортирующие и воздействующие объекты среды обитания;
- место потенциального контакта человека с загрязненной средой обитания (точка воздействия/рецепторная точка);
- пути поступления при контакте человека с химическим веществом – ингаляционный, пероральный, накожный (перкутанный).

5.4.1.6. Полный маршрут воздействия оценивается при сценарии многосредовой экспозиции, когда анализируются практически все возможные пути поступления вещества (табл. 5.1).

Таблица 5.1

Пример сценария многосредового воздействия

Среда	Путь поступления		
	ингаляционный	пероральный	накожный (перкутанный)
Атмосферный воздух	+	–	–
Водопроводная вода	+	+	+
Почва	+	+	+
Вода открытого водоема (плавание)	+	+	+
Пищевые продукты	–	+	–

5.4.1.7. Сценарий маршрута воздействия может представлять собой сочетание различных маршрутов воздействия исследуемых химических веществ и определяется целью и задачами исследования.

5.4.1.8. Выбор подхода к оценке экспозиции при оценке риска, связанного с поступлением вредных веществ с пищевой продукцией, определяется типом, объемом, характеристикой используемых данных об опасности пищевой продукции, количестве, частоте, продолжительности потребления продукции.

Достоверность оценки рисков обуславливает тщательно проработанное формирование сценариев воздействия. Детальный сценарий экспозиции должен учитывать:

- конкретный вид пищевых продуктов;
- частоту потребления пищевых продуктов;
- объем потребления пищевых продуктов;
- экспонируемую популяцию потребителей.

Последовательно рассматриваются сценарии экспозиции от «наихудших» до фактических для разных групп потребителей с обязательным включением наиболее чувствительных контингентов.

Сценарий наихудшего случая – метод оценки экспозиции, в котором используются наиболее консервативные значения для всех параметров (факторов) экспозиции.

1-й сценарий: при оценке экспозиции рассматриваются максимальные величины потребления пищевой продукции. При этом потребителями могут являться наиболее чувствительные (уязвимые) группы населения;

2-й сценарий: при оценке экспозиции рассматриваются оптимальные величины потребления продукции;

3-й сценарий: при оценке экспозиции рассматриваются фактические величины потребления.

Если при сценарии 1-го типа уровень риска не превышает допустимый, исследование других типов сценариев не требуется.

5.4.1.9. Неоправданное исключение того или иного пути воздействия из последующего анализа приводит к существенным неопределенностям и ошибкам в оценке величины экспозиции. Аргументами для исключения пути воздействия из анализа могут являться следующие положения:

- экспозиция, обусловленная данным путем воздействия, намного меньше по сравнению с другими путями, включающими ту же среду и те же самые точки воздействия;
- потенциальная степень экспозиции при данном пути воздействия ничтожно мала;
- вероятность экспозиции очень низка и риски, связанные с наличием данного пути воздействия, не высоки.

5.4.2. Под концентрацией в точке воздействия (место потенциального контакта организма с химическим веществом) принимается концентрация химического вещества в той среде (например, воздухе, воде, почве или пищевых продуктах), с которой контактирует человек.

5.4.3. Источниками поступления химических веществ в среду обитания могут быть деятельность человека (например, производство, хранение, транспортировка, длительное захоронение различных товаров, продуктов, химических веществ),

процессы трансформации химических веществ в среде обитания, а также неантропогенные источники.

Среда, загрязненная в результате предшествующего поступления химического вещества из источника загрязнения (первично загрязняемая среда), может, в свою очередь, стать источником загрязнения по отношению к другим средам. Например, почва, загрязненная вследствие разлива химического вещества, может стать источником загрязнения подземных или поверхностных водоисточников.

В ряде случаев источник сам по себе является точкой воздействия (например, загрязненная почва). В таких ситуациях путь воздействия состоит из источника, точки воздействия и пути поступления.

5.4.4. Воздействие из среды обитания может быть прямым (например, вдыхание атмосферного воздуха) или косвенным (например, вдыхание паров вредных веществ, испарившихся из подземных/поверхностных вод, почвы и проникших в воздух помещений).

Итоговая характеристика и окончательное формирование сценариев воздействия проводится на основе определения приоритетных путей поступления, т.к. путь воздействия определяет степень абсорбции.

5.5. Количественная характеристика экспозиции (определение степени воздействия)

5.5.1. Общие положения количественной характеристики экспозиции

5.5.1.1. Количественная характеристика экспозиции предусматривает первоначально оценку воздействующих концентраций для каждого анализируемого пути воздействия, идентифицированного на предыдущем этапе.

Оценка воздействующих концентраций включает определение концентраций химических веществ, характеризующих воздействие на человека в течение периода экспозиции.

5.5.1.2. Концентрации в точке воздействия оцениваются с использованием данных, полученных с помощью двух основных подходов количественной характеристики экспозиции: прямого и косвенного.

5.5.1.2.1. Прямые методы исследования включают персональный мониторинг загрязнений в зоне дыхания и использование биологических маркеров.

5.5.1.2.2. Косвенные (непрямые) методы включают: непосредственное измерение содержания химических веществ в объектах среды обитания образцов проб в разных средах (мониторинг), моделирование распространения химических веществ в среде обитания, анкетирование, использование суточных дневников и модели экспозиции.

5.5.1.3. Воздействующие концентрации оцениваются на основе:

- 1) результатов мониторинга объектов среды обитания;
- 2) моделирования распространения и поведения химических веществ в среде обитания;

3) комбинации результатов мониторинга с данными, полученными с применением моделирования;

4) моделей экспозиции.

5.5.1.4. Процедура оценки экспозиции может включать сочетанное использование данных методов для достижения основной цели – наиболее точного установления реальных уровней воздействия неблагоприятных факторов среды обитания на организм человека.

5.5.1.5. При оценке риска по полной схеме целесообразно использовать результаты мониторинга концентраций химических веществ в анализируемых объектах среды обитания за период не менее 3 – 5 лет в сочетании с данными, полученными на основе моделирования рассеивания загрязнений.

5.5.2. Оценка экспозиции на основе данных мониторинга качества объектов среды обитания

5.5.2.1. Мониторинг качества объектов среды обитания является важнейшим инструментом для аналитического определения содержания химических веществ в каждой анализируемом объекте среды обитания.

5.5.2.2. Конкретный выбор анализируемых загрязнений, временные масштабы и места размещения пунктов мониторинга должны соответствовать цели оценки экспозиции населения.

Для использования результатов натурных исследований при оценке риска здоровью населения чувствительность метода измерения должна обеспечивать измерение химической примеси на уровне не менее 0,5 референтного уровня.

5.5.2.3. Общим основанием для выбора веществ при обосновании стратегии мониторинга служат следующие критерии:

- вероятное присутствие химических веществ в среде обитания в концентрациях, потенциально воздействующих на человека;
- повсеместность распространения в воздушной среде городов;
- наличие специфических химических веществ, поступающих в объекты среды обитания от источников, характерных для данной территории;
- доказанная способность представлять потенциальный риск для здоровья населения;
- необходимость регулирования на различных территориальных уровнях управления (муниципальный, региональный, национальный, международный).

5.5.2.4. Для оценки риска могут использоваться данные государственных систем мониторинга и (или) данные направленных мониторинговых исследований, программа которых обеспечивает цели и задачи оценки риска.

5.5.2.5. При оценке данных мониторинга атмосферного воздуха оценка концентрации в точке воздействия должна быть основана на всех пробах, собранных в исследуемой зоне. При установлении хронической экспозиции атмосферных загрязнений с целью оценки риска здоровью населения приоритетным является определение среднесуточных концентраций, которые рассчитываются ежедневно, либо путем непрерывной регистрации, либо дискретно на основе концентраций, измеряемых по полной программе с помощью

автоматических устройств через равные промежутки времени не менее четырех раз в сутки с обязательным отбором в 1, 7, 13, 19 часов по местному декретному времени. Разовые и среднесуточные концентрации используются как основа для расчета среднегодовых концентраций химических веществ. Минимально достаточное число исследований для получения среднегодовой концентрации каждого химического вещества в каждой точке – не менее 300 разовых концентраций или не менее 75 среднесуточных концентраций, равномерно распределенных по всем сезонам года.

5.5.2.6. При оценке данных мониторинга качества питьевой воды следует обращать внимание на применяемую технологию водоподготовки, используемые фильтрующие загрузки, реагенты, методы обеззараживания, конструкционные материалы водопроводных сетей, их протяженность и процент изношенности, региональные особенности систем водоснабжения. Преимущество следует отдавать результатам государственного и производственного контроля (за период не менее одного года, желательно за 3 года наблюдения), особенно по расширенным исследованиям.

5.5.2.7. Для подземных источников централизованного водоснабжения минимально достаточное число исследований для получения среднегодовой концентрации – не менее 4 проб в год (отбор не менее 1 раза в сезон), для поверхностных источников – 12 проб в год (отбор – не менее 1 раза в месяц). Для веществ, изменение концентраций которых маловероятно в процессе их трансформации в сети (фториды, мышьяк, хлориды, жесткость), – частота отбора проб воды из мониторинговой точки может не превышать 12 в год. Для веществ, концентрация которых может варьироваться при распределении в сети (например, тригалометаны, хлорамины), минимальное число отбора проб должно быть удвоено. Рекомендуются проводить отбор проб воды в часы с максимальным разбором воды из сети.

5.5.2.8. При оценке данных мониторинга почвы городских и сельских поселений следует уделять внимание наиболее значимым видам территорий (например, дошкольных образовательных учреждений, общеобразовательных и медицинских организаций, игровых, спортивных, детских площадок жилой застройки, зон рекреации). Для целей оценки риска в каждой точке в зоне жилой застройки должно быть не менее 6 измерений химической примеси в почве в течение года с глубины 0–5 см, с охватом, по возможности, всех сезонов года. На участках сельскохозяйственных территорий требуются измерения химических примесей из не менее чем 2 проб в год с глубины 0–25 см. При оценке химического загрязнения почвы следует руководствоваться характером землепользования (земля городских и сельских поселений, сельхозугодий, ЗСО источников водоснабжения, территорий курортных зон, отдельных учреждений); принадлежностью почвы к одной из трех литогеохимической групп, определяющих буферность, в т.ч. устойчивость к химическому загрязнению; формой содержания химических веществ в почве (валовых, подвижных или водорастворимых); методами извлечения различных форм химических веществ из почвы.

5.5.2.9. При использовании данных мониторинга для расчета экспозиции контаминантами пищевых продуктов на население используются данные о содержании контаминантов в пищевых продуктах и данные о потреблении пищевых продуктов населением.

В качестве данных об уровнях контаминации пищевых продуктов химическими веществами используются:

- данные федерального и региональных информационных фондов социально-гигиенического мониторинга¹²;
- результаты лабораторных исследований контаминации пищевых продуктов, выполненных лабораториями (испытательными центрами), аккредитованными в установленном порядке¹³;
- данные специальных исследований.

В качестве данных о потреблении пищевых продуктов населением используются сведения:

- Федеральной службы государственной статистики о среднедушевом годовом потреблении основных групп пищевых продуктов («Потребление продуктов питания в домашних хозяйствах»)¹⁴;
- специальных исследований фактического питания населения, основанных на оценке индивидуального потребления пищевых продуктов в рамках мониторинга за структурой и качеством питания населения;
- меню-раскладок для оценки группового питания лиц, находящихся в организованных коллективах.

Для изучения структуры питания населения при проведении специальных исследований индивидуального потребления могут быть использованы: метод взвешивания и регистрации пищи (весовой метод), метод анализа частоты потребления, метод 24-часового (суточного) воспроизведения.

При проведении специальных исследований рекомендуется в каждой мониторинговой точке при потреблении продукта:

- более 50 кг/год – исследовать не менее 30 проб;
- 10 – 49 кг/год – исследовать не менее 20 проб;
- менее 10 кг/год – исследовать не менее 10 проб.

При нормальном распределении (по закону Гаусса) содержания контаминантов в пищевых продуктах их средние значения и медиана будут равны. В этом случае используется любое из полученных значений.

При распределении величин, не подчиняющихся закону Гаусса, для дальнейших расчетов экспозиции необходимо использовать медиану содержания контаминантов в пищевых продуктах, т.к. рассчитанное среднее значение данных величин может быть завышено или занижено по сравнению с медианным значением.

В случае содержания контаминантов в пищевых продуктах в количествах, меньших предела обнаружения метода (нулевые значения), при расчете экспозиции применяется следующая схема:

¹² Постановление Правительства Российской Федерации от 02.02.2006 № 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга».

¹³ Федеральный закон от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации».

¹⁴ rosstat.gov.ru/compendium/document/13292 (в свободном доступе).

– если отношение количества нулевых значений к общему количеству значений в выборке не превышает 60 %, то вместо «нулевых» значений необходимо использовать число, соответствующее половине предела чувствительности метода;

– если отношение количества нулевых значений к общему количеству значений в выборке превышает 60 %, то эти значения учитываются как «ноль».

5.5.2.10. Определение и оценка экспозиции контаминантами пищевых продуктов на население проводятся в два этапа:

– на первом этапе осуществляется первичная оценка на основании данных Федеральной службы государственной статистики о среднелетнем годовом потреблении пищевых продуктов в соответствии с перечнем продуктов, представленным в приложении 10 к настоящему Руководству;

– на втором этапе с целью выявления продуктов, формирующих экспозицию контаминантами пищевых продуктов, а также групп населения с повышенным риском данной экспозиции, осуществляется углубленное изучение экспозиции контаминантами пищевых продуктов на население в соответствии с рекомендациями, изложенными в приложении 11 к настоящему Руководству.

Для расчета экспозиции используются медиана и 90-й процентиль содержания контаминантов в пищевых продуктах и значения среднего (при первичной оценке) или индивидуального (при углубленной оценке) потребления пищевых продуктов населением.

Экспозиция контаминантами пищевых продуктов на население рассчитывается по формуле 7:

$$Exp = \frac{\sum_{i=1}^N (C_i \times M_i)}{BW}, \quad (7)$$

где:

Exp – значение экспозиции контаминантом, мг/кг массы тела/сут. (мг/кг массы тела/неделю, мг/кг массы тела/мес.);

C_i – содержание контаминанта в i -м продукте, мг/кг;

M_i – потребление i -го продукта, кг/сут. (кг/нед., кг/год);

BW – масса тела человека, кг (стандартное значение – 70 кг);

N – общее количество продуктов, включенных в исследование.

Вклад пищевого продукта в общее значение экспозиции контаминантом рассчитывается по формуле 8:

$$Contr_i = \frac{C_i \times M_i}{\sum_{i=1}^N C_i \times M_i} \times 100\%, \quad (8)$$

где:

$Contr_i$ – вклад i -го продукта в общее значение экспозиции;

C_i – содержание контаминанта в i -м продукте, мг/кг;

M_i – потребление i -го продукта, кг/сут. (кг/нед., кг/год);

N – общее количество продуктов, включенных в исследование.

Далее проводится ранжирование пищевых продуктов по вкладу в общее значение экспозиции путем расположения групп продуктов в порядке убывания величины вклада.

5.5.2.11. Оценка экспозиции по данным мониторинга объектов среды обитания с целью оценки риска здоровью позволяет:

- определить фактическое воздействие для конкретного участка на исследуемой территории;
- определить территории для более углубленного контроля (исследования);
- определить главный путь поступления химического вещества в организм;
- подтвердить наличие или отсутствие потенциального загрязнения на исследуемой территории.

5.5.2.12. Оценку экспозиции по данным мониторинга объектов среды обитания с целью ориентировочной (скрининговой) оценки риска здоровью для дальнейшего выявления территорий с необходимостью более углубленного контроля (исследования) следует проводить с использованием сведений, ретроспективно характеризующих уровни загрязнения объектов среды обитания.

5.5.2.13. В отчете по оценке риска следует представить результаты расчета концентраций в точке воздействия для каждого сценария и пути вредного воздействия с обоснованием соответствия данным мониторинга качества среды обитания требованиям к исходным данным по оценке риска здоровью.

5.5.2.14. Использование данных мониторинга для оценки воздействующих концентраций наиболее оправданно в тех случаях, когда экспозиция обусловлена прямым контактом человека с исследуемой средой (например, прямой контакт с химическими веществами в почве), а также, если мониторинг осуществляется непосредственно в точке воздействия. Для таких путей воздействия данные мониторинга, как правило, обеспечивают получение наилучших оценок реальных воздействующих концентраций.

5.5.2.15. Результаты мониторинга не могут использоваться при оценке экспозиции, если:

- точка мониторинга не характеризует воздействие (см. п. 5.2.1);
- аналитические данные охватывают лишь часть тех примесей, которые действительно присутствуют в том или ином оцениваемом объекте, причем они привязаны к конкретному посту наблюдения, а число постов недостаточно;
- данных недостаточно для корректной оценки среднегодовой экспозиции (см. п.п. 5.5.2.5, 5.5.2.7, 5.5.2.8, 5.5.2.9).
- метод исследования (испытания) не имеет требуемой чувствительности и не обеспечивает адекватной оценки уровня экспозиции.

5.5.3. Оценка экспозиции на основе моделирования распределения химических веществ в среде обитания

5.5.3.1. Моделирование распределения химических веществ в среде обитания применяется, в основном для оценки ингаляционного риска. Модели распространения химических веществ в среде обитания используются при оценке риска в следующих целях:

- оценка пространственного распределения концентрации и экспозиции населения;

- определение вклада различных источников в суммарные концентрации;

- прогнозирование изменения концентраций загрязнений во времени.

5.5.3.2. Построение моделей рассеивания базируется на данных об источниках и выбросах загрязнений, а также метеорологической и географической информации.

5.5.3.3. Выбор модели расчета загрязнения объектов среды обитания для целей оценки риска проводится по ее способности определять не только максимальные уровни загрязнения, но и осредненные на заданный период экспозиции, а также в максимальной степени учитывать все факторы, влияющие на распространение загрязнения.

5.5.3.4. Период осреднения, к которому относятся вычисленные концентрации, соответствует тому периоду времени, к которому относится используемая при расчете исходная информация. Поэтому модели расчета концентраций, осредненных за год, не могут быть использованы для определения концентраций для других периодов (месяц, сезон).

5.5.3.5. Применяемые в настоящее время оперативные модели расчета концентраций разработаны для прогнозирования концентраций от совокупности точечных и площадных источников с учетом вариации как метеорологических параметров, так и характеристик мощности выбросов. Оптимальным является использование программных средств, реализующих методы расчета атмосферной диффузии, применение которых обеспечивает единство подходов к расчетам и сравнимость получаемых результатов.

5.5.3.6. Результаты моделирования формируются в виде файлов, содержащих координаты расчетных точек и значений полученных концентраций в формате, удобном для выполнения оценки риска. Выбор расстояния между расчетными точками необходимо проводить исходя из предполагаемой пространственной изменчивости концентраций, плотности и степени равномерности распределения в пространстве экспонируемого населения. Распределение полей концентраций на карте приводится в виде изолиний, соединяющих точки с одинаковыми концентрациями, и подложки, представляющей собой карту местности. Также информация о распределении концентрации на территории может быть представлена в растровом виде с помощью цветокода, соответствующего определенным диапазонам концентраций рассматриваемого вещества, рассчитанных в каждой расчетной точке (узле сетки).

5.5.3.7. Расчетные методы позволяют получить модель загрязнения объекта среды обитания с возможностью ее оценки в любой точке изучаемого пространства, что имеет первостепенное значение для определения населения под воздействием.

5.5.3.8. Сравнительная характеристика преимуществ и недостатков использования мониторинга и моделирования загрязнения атмосферного воздуха приводится в табл. 5.2.

Таблица 5.2

Сравнение мониторинга качества атмосферного воздуха и моделирования рассеивания атмосферных загрязнений для оценки концентраций в точке воздействия [1]

Задача	Уровень надежности, относящийся к:	
	мониторингу	моделированию
Оценка истинности концентраций	высокий	низкий*
Системы тревоги	высокий	низкий
Оценка различий во времени	высокий	высокий
Оценка различий в пространстве	низкий**	высокий
Оценка концентраций в будущем (прогноз)	низкий	высокий
Определение вклада источников загрязнений	низкий	высокий
Примечание: * – результаты моделирования сравниваются с несколькими измеренными уровнями для подтверждения надежности и корректности модели; ** – увеличение числа постов наблюдений может существенно улучшить пространственное представление о концентрациях.		

5.5.3.9. Сопряжение расчетных и натурных данных может выполняться через верификацию расчетных данных на постах мониторинга с последующей аппроксимацией данных на все расчетные точки.

Определение численности населения под воздействием в зависимости от имеющейся исходной информации может осуществляться:

- через использование адресного реестра территории, когда население под воздействием определяется как сумма лиц, проживающих в жилых зданиях (строениях) с определенным уровнем воздействия;
- с учетом плотности населения на территории, когда численность населения под воздействием является произведением плотности проживающих (чел/км²) на площадь зоны с определенной экспозицией;
- через использование реестра застрахованных в системе обязательного медицинского страхования (ОМС) лиц, когда численность населения под воздействием равна числу учтенных застрахованных в зоне определенной экспозиции.

5.5.4. Модели экспозиции

5.5.4.1. Модели экспозиции при наличии данных адекватных наблюдений используются для получения заключений относительно экспозиции по конкретным загрязнениям на целевые группы населения.

5.5.4.2. Модели экспозиции прогнозируют характер экспозиции на человека или население. В качестве исходной информации в данном случае используются данные о концентрации при воздействии конкретного загрязнения на человека или группу людей, а также о продолжительности такого воздействия. Вводные данные представлены в этом случае характером деятельности человека с распределением по времени, а также концентрациями вредных агентов в различных микросредах.

5.5.4.3. Понятие микросреды (микроокружения) при построении моделей экспозиции представляет собой трехмерное объемное пространство, в котором концентрация вредного фактора остается постоянной в течение определенного периода времени.

5.5.4.4. Под микросредой, где происходит контакт человека с загрязнением, подразумеваются помещение в жилых и общественных зданиях, салон транспортного средства, придомовая территория, улица в городе, парк и тому подобное.

5.5.4.5. Для определения уровней содержания загрязнения в каждой микросреде чаще всего используются результаты аналитических измерений концентраций или концентрации загрязнений, полученные путем моделирования.

5.5.4.6. Оценку концентраций загрязнений воздуха внутри помещений можно проводить с использованием полуэмпирических методов, которые учитывают проникновение наружных загрязняющих веществ внутрь помещений и вклад в уровни концентраций примесей таких внутренних источников загрязнения, как курение, приготовление пищи, обогрев помещения, его уборка и так далее.

5.5.4.7. Наиболее точное определение уровней воздействия применительно к оценке экспозиции загрязнений атмосферного воздуха городских и сельских поселений проводится с помощью индивидуального (персонального) мониторинга, который предусматривает прямые замеры концентраций воздушных примесей в зоне дыхания человека.

5.5.4.8. Переносные персональные пробоотборники обеспечивают регистрацию повременных суммарных концентраций или сбор повременных суммарных проб определенных загрязнений, с которыми контактирует человек в своей повседневной жизни.

5.5.4.9. При осуществлении программы многосредового непосредственного мониторинга воздействия параллельно с использованием персональных пробоотборников, измеряющих загрязнение воздуха в зоне дыхания человека, проводится количественное определение химических загрязнений в пробах воды, пищевых продуктах и почвы, потребляемых каждым индивидуумом в отобранной выборке.

5.5.4.10. В случае с водой прямые замеры будут означать взятие проб из крана для питьевой воды. Если речь идет о пищевых продуктах, анализу подлежат повторные пробы пищи, а при определении перкутанной экспозиции соответствующие пробы (например, смывы) берутся непосредственно с кожных покровов.

5.5.4.11. К прямым методам анализа экспозиции относится использование биологических маркеров. Биомаркер в широком смысле включает почти любое измерение, отражающее взаимодействие между биологической системой и фактором среды обитания. Способы применения биомаркеров при оценке риска здоровью, связанного с воздействием химических веществ, приведены в приложении 12 к настоящему Руководству.

5.5.4.12. Модели персональной экспозиции базируются на одновременном применении прямых и косвенных методов расчета воздействия загрязнений воздушной среды на отдельного человека или популяцию и предполагают

получение комбинированных данных о концентрации химического вещества в микросредах и об особенностях жизнедеятельности человека.

5.5.4.13. Деловая активность человека в течение наблюдаемого времени (например, суток) оценивается путем анкетирования (опроса) населения или анализа суточных дневников, заполняемых добровольцами, отобранными для исследования.

5.5.4.14. Методическая схема сбора информации с помощью опросных способов исследования направлена, в первую очередь, на получение данных об особенностях жизнедеятельности человека или популяционных групп, в частности, о времени пребывания его (их) в различных микросредах в течение суток и включает следующие этапы:

- отбор респондентов с учетом метода рандомизации из предварительно подобранного контингента;
- выбор наиболее соответствующего вида сбора данных: обычно персонального интервьюирования или телефонного опроса, анкетирования или другого способа, предложенного самим респондентом;
- создание адекватной по величине выборки, позволяющей проводить статистический анализ;
- обеспечение условий для высокой активности респондентов в проведении исследований;
- выбор наиболее приемлемых методов исследования оценки воздействия, которые могут включать: использование персональных мониторов и (или) прямых замеров концентраций в каждой микросреде в сочетании с опросниками и дневниками, отражающими время пребывания, исследуемого в различных микросредах;
- разработку протоколов исследований (опросов) в понятном для респондентов и удобном для пользователей виде, а также пригодном для прогнозирования;
- формулировку специфических вопросов на простом, понятном для восприятия языке, и исключающую двусмысленность толкования;
- обеспечение кодирования и сохранения информации в виде электронных баз данных;
- анализ полученных данных с помощью соответствующих статистических методов;
- обоснование статистически значимых заключений на основе анализа полученной информации.

5.5.4.15. Наиболее общая информация, которая должна быть получена с применением опросных методов для установления воздействующих уровней химических загрязнений, поступающих ингаляционным путем, включает:

- долю населения или специфических групп населения, которые используют автономные источники теплоснабжения, газовые плиты на кухне, живут в домах, расположенных вблизи от магистралей с интенсивным автомобильным движением (или с примыкающими к домам гаражами), применяют пестициды и агрохимикаты

на частных садово-огородных участках, продукцию с которых употребляют в пищу.

- количество курящих (особенно табак и табачные изделия), число контактирующих ежедневно с автомобильным топливом и пестицидами;

- количество времени в течение суток, которое люди проводят на открытом воздухе, в жилых и общественных помещениях, на транспорте, в частности, в автомобилях, и в присутствии курильщиков и тому подобное.

5.5.4.16. Прогнозирование персональной экспозиции проводится для расчета интегрированной воздушной экспозиции с учетом концентраций загрязнений в различных микросредах, умноженной на время, в течение которого человек находится в соответствующей микросреде.

5.5.4.17. Интегрированная воздушная экспозиция представляет собой сумму составляющих определенной концентрации конкретного загрязнения, воздействующего на человека в условиях разных микросред, умноженную на время, в течение которого данное лицо находилось в соответствующей микросреде (формула 9):

$$E_k^t = \sum_{j,k_j=1} C_{j,k} \times Dt_{j,k}, \quad (9)$$

где:

E_k^t – интегрированная экспозиция человека k в результате воздействия конкретного загрязнения в течение времени t (например, одного дня, на протяжении жизни) при пребывании данного лица во всех микросредах j (например, внутри автомобиля, в самолете, на улице, в магазине);

j – общее число воздушных микросред, в которых находился человек в течение времени t ;

$C_{j,k}$ – средняя концентрация, под воздействием которой находился человек k в течение временного интервала t в условиях микросреды j ;

Dt – время, проведенное человеком в микросреде j (эти данные можно получить из суточных дневников).

5.5.4.18. Составляющие интегрированную воздушную экспозицию отдельные концентрации являются важными параметрами при оценке относительного риска, поскольку они позволяют установить взаимосвязь между уровнями риска и конкретным загрязнением в течение определенного времени применительно к различным микросредам.

5.5.4.19. Правильность и точность построения моделей экспозиции зависят от количества учтенных различных микросред, в пределах которых необходимо отслеживать основные изменения в концентрациях, предопределяющих различные уровни экспозиции. Следует также учитывать различные сценарии формирования экспозиции в этих микросредах (например, воздействие табачного дыма внутри помещения или автомобиля).

5.5.5. Характеристика концентраций в точке воздействия

5.5.5.1. Концентрация в точке воздействия (месте пребывания человека) может представлять собой среднюю арифметическую величину концентрации,

воздействующей в течение периода экспозиции, или максимальную концентрацию в ограниченный период времени.

5.5.5.2. Для оценки риска, обусловленного хроническими воздействиями химических веществ, применяются среднегодовые концентрации и их верхние 95%-ные доверительные границы, установленные по среднесуточным концентрациям. Для расчета вышеуказанных величин обычно используются данные 3-летних наблюдений, но не менее чем за 1 год. В случае получения среднегодовых концентраций методом моделирования использование среднегодовых концентраций. Для оценки острых воздействий, используются максимальные концентрации, и 95-й перцентиль.

5.5.5.3. В скрининговых исследованиях оценки острых воздействий по результатам мониторинга допустимо использование максимальных разовых концентраций за период наблюдения при условии их пересчета в 1-часовые концентрации.

5.5.5.4. Общим правилом оценки экспозиции является обязательное соответствие времени осреднения экспозиции условиям использования критериев оценки кратковременного (острого) и хронического риска здоровью населения (ARfC, RfC, RfD).

5.5.5.5. При оценке кратковременного (острого) ингаляционного воздействия на основе 1-часовых концентраций по данным мониторинга приоритет должен отдаваться информации, получаемой на автоматических постах и по данным моделирования – при использовании программных средств, позволяющих проводить расчет 1-часовых концентраций.

5.5.5.6. В случае отсутствия возможности определения и (или) расчета воздействующих концентраций химических веществ в атмосферном воздухе необходимого периода осреднения (1 час) целесообразно использовать метод, позволяющий привести 20- минутные измеренные или расчетные концентрации химических веществ к периоду осреднения, соответствующему ARfC.

5.5.5.7. При экстраполяции времени воздействия с 20 - минутного на 1-часовое осреднение при оценке кратковременной (острой) экспозиции на основе данных мониторинга и моделирования следует использовать зависимость (формула 10):

$$C^n \times T = k, \quad (10)$$

где:

C – концентрация химического вещества;

n – эмпирически полученный специфический параметр;

T – время, с которого проводится экстраполяция, например, 20-30 минут;

k – постоянная величина.

Значения эмпирически рассчитанных величин «n» и пример расчета 1-часовых концентраций из 20-ти минутных представлены в приложении 13 к настоящему Руководству.

5.5.5.8. Для веществ, у которых отсутствует параметр «п», рекомендуется применение «стандартных» значений для экстраполяции на 1-часовые концентрации: $n=1$ – для перехода от длительностей менее 1 часа и $n=2$ – для перехода от длительностей более 1 часа.

5.5.5.9. При оценке результатов мониторинговых исследований с преобразованием 20-минутных осреднений в 1-часовое осреднение разовых концентраций наименьшие неопределенности возникают при использовании всех первичных данных за анализируемый период наблюдения с расчетом 95-го перцентиля.

5.5.5.10. Максимальное воздействие характеризуется с использованием максимальных разовых концентраций, наблюдавшихся в анализируемой точке воздействия за исследуемый период.

5.6. Экспозиция и доза

5.6.1. Экспозиция характеризует контакт организма с химическим агентом. Если экспозиция имеет место в течение определенного периода времени, то общая экспозиция должна быть рассчитана с учетом продолжительности исследуемых временных интервалов.

5.6.2. Экспозиция может быть также выражена как функция массы тела. Полученная стандартизованная по времени и массе тела экспозиция носит название «поступление».

5.6.3. Расчет поступления предусматривает количественное установление экспозиций для каждого химического вещества при конкретных путях воздействия. Расчетные оценки поступления выражаются в единицах массы химического соединения, находящейся в контакте с единицей массы тела человека, и имеют размерность $\text{мг}/(\text{кг} \times \text{день})$.

5.6.4. Поступление химических веществ обычно рассчитывается по формулам, учитывающим воздействующие концентрации, величину контакта, частоту и продолжительность воздействий, массу тела и время осреднения экспозиции.

Общая формула для расчета величины поступления химического вещества имеет следующий вид (формула 11):

$$I = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT}, \quad (11)$$

где:

I – поступление (количество химического вещества на границе обмена), $\text{мг}/\text{кг}$ массы тела в день;

C – концентрация химического вещества; средняя концентрация, воздействующая в период экспозиции (например, $\text{мг}/\text{л}$ воды);

CR – величина контакта; количество загрязненной среды, контактирующее с телом человека в единицу времени или за один случай воздействия (например, $\text{л}/\text{день}$);

EF – частота воздействий, число дней/год;

ED – продолжительность воздействия, число лет;

BW – масса тела: средняя масса тела в период экспозиции, кг ;

AT – время осреднения; период осреднения экспозиции, число дней.

5.6.5. Для расчета поступления используются три категории переменных:

- 1) связанные с химическим веществом – воздействующие концентрации;
- 2) описывающие экспонируемую популяцию – величина контакта, частота и продолжительность воздействия, масса тела;
- 3) определяемые исследователем – время осреднения экспозиции.

5.6.6. Выбор времени осреднения экспозиции зависит от вида оцениваемых токсических эффектов:

- для веществ с острым действием поступление рассчитывается путем осреднения на продолжительность воздействия 1 час;
- при изучении продолжительных воздействий химических веществ, не обладающих канцерогенным действием, поступление рассчитывают путем их осреднения в течение периода экспозиции (например, хроническое ежедневное поступление);
- для канцерогенов расчет поступления проводят путем деления общей накопленной дозы на 70 лет.

5.6.7. Особенностью традиционной методологии оценки риска является акцент на изучение продолжительных воздействий относительно низких концентраций химических веществ (например, хроническое ежедневное поступление).

5.6.8. При решении вопроса о необходимости включения в анализ краткосрочных экспозиций рекомендуется учитывать следующие факторы:

- токсикологические характеристики химических веществ;
- наличие высоких концентраций химических веществ или возможности их массивного поступления в среду обитания в короткий период времени;
- персистентность химического вещества в среде обитания;
- характеристики населения и (или) отдельных групп населения, от которых может зависеть продолжительность экспозиции.

5.7. Расчет суточных доз

5.7.1. Расчет суточных доз для разных путей поступления химических веществ в организм из основных объектов среды обитания приведен в приложении 14 к настоящему Руководству.

5.7.2. Входные параметры (факторы экспозиции), используемые в уравнениях для стандартных расчетов экспозиций и рисков, по возможности должны отражать специфические особенности изучаемых популяций и принятых сценариев воздействия. Частота и продолжительность воздействия, сезонные различия (например, время контакта с почвой), отличающиеся от стандартных, основываются на результатах специальных региональных исследований. Другие факторы (скорость ингаляции, площадь поверхности тела, масса тела, средняя продолжительность жизни) могут приниматься как стандартные величины.

5.7.3. Для оценки экспозиции контаминантов пищевых продуктов используются подходы, изложенные в пунктах 5.7.4 – 5.7.14.

5.7.4. Система постоянного наблюдения за состоянием питания включает: расчеты баланса продовольствия, оценку потребления пищи по результатам обследования бюджетов домашних хозяйств (далее – ОБДХ), специальные исследования, основанные на оценке индивидуального потребления (баланс продовольствия, бюджеты домохозяйств, индивидуальное потребление). Основные характеристики источников информации о потреблении пищевых продуктов представлены в табл. 5.3.

Таблица 5.3

Основные характеристики количественных методов, используемых для оценки потребления пищи

Параметры	Баланс продовольствия	Бюджеты домохозяйств	Индивидуальное потребление
Уровень измерений	Страна (регион)	Домохозяйство	Индивидуум
Время наблюдений	1 год	2 недели	1-7 (и более) дней
Недооценка или переоценка потребления	Переоценка	Переоценка	Недооценка
Различия между индивидуумами	Нет	Нет	Да
Индивидуальные колебания	Нет	Нет	Да (при обследовании более 2-х дней)
Влияние размеров порций	Нет	Нет	Да
Характер получаемой информации	Доступность продовольствия	Доступность продовольствия	Потребление пищи

5.7.5. Расчет баланса продовольствия формируется на основании сбора и обобщения информации о производстве и использовании, экспорте и импорте отдельных видов пищевого (продовольственного) сырья и пищевых продуктов. Конечные расчеты представляются по следующим агрегированным группам пищевых продуктов: хлеб и хлебопродукты (в пересчете на муку), мука, крупы и макаронные изделия, картофель, овощи и бахчевые, фрукты, сахар и кондитерские изделия (в пересчете на сахар), мясо и мясные продукты (в пересчете на мясо), рыба и рыбные продукты (в пересчете на рыбу), молоко и молочные продукты (в пересчете на молоко), масло растительное, маргарин (в пересчете на масло растительное).

5.7.6. ОБДХ выполняется на репрезентативной для страны выборке домохозяйств (семей).

5.7.7. Среднедушевое потребление пищевых продуктов определяется из количества купленных и предназначенных для личного потребления, а также потребленных в течение учетного периода обследования пищевых продуктов, полученных от собственного производства. Затем полученный объем пищевых продуктов делится на фактически присутствующих членов домашнего хозяйства. Этот способ получения данных ОБДХ дает возможность их представления и анализа как по субъектам Российской Федерации, так и по федеральным округам.

5.7.8. Метод взвешивания и записи пищи заключается во взвешивании блюд и продуктов непосредственно перед употреблением, а после еды взвешиваются остатки пищи и регистрируется количество каждого потребленного блюда и продукта. Метод записи и учета взвешенной пищи наиболее точен из всех методов и используется как «золотой» стандарт для калибровки и установления достоверности других методов, особенно при правильно спланированном обследовании.

5.7.9. Метод регистрации (дневник питания) с оценкой испытуемым количества потребленной пищи предусматривает, что испытуемый регистрирует в письменном виде потребляемую пищу, сам оценивает ее количество в бытовых мерах веса или объема (например, ложки, стаканы, тарелки, чашки). Затем исследователь переводит домашние меры веса или объема в г. или мл. При наличии альбомов порций пищевых продуктов и блюд можно перевести бытовые меры в весовые количества.

5.7.10. Метод пищевого анамнеза (история питания) основан на интервьюировании, когда испытуемому предлагается ответить на вопросы, характеризующие типичное среднесповседневное потребление пищи. Метод непригоден для изучения питания лиц с нерегулярным характером питания или для изучения потребления нечасто используемых продуктов или пищевых добавок, но может применяться в диетологической практике.

5.7.11. Методом анализа частоты получают данные, которые позволяют классифицировать людей на категории в зависимости от уровня потребления, что позволяет устанавливать зависимость между заболеваемостью и потреблением пищи как фактором риска.

5.7.12. Метод 24-часового воспроизведения питания (или анкетно-опросный) может быть применен для выполнения крупномасштабных исследований.

5.7.13. Для унификации методов оценки потребления пищевых продуктов рекомендуется использовать метод ОБДХ и метод 24-часового воспроизведения питания (или анкетно-опросный метод). Сведения о потреблении пищевых продуктов в домашних хозяйствах в целом по Российской Федерации и по субъектам Российской Федерации, в городских и сельских поселениях, а также данные натурального поступления и купленных пищевых продуктов представляются по данным Федеральной службы государственной статистики¹⁵. Эти данные касаются потребления пищевых продуктов в среднем на душу населения и не выделяют особенностей питания различных половозрастных групп населения.

5.7.14. В связи с различиями в характере питания населения в регионах Российской Федерации наиболее приемлемым является метод 24-часового воспроизведения питания, позволяющий определить потребление конкретных пищевых продуктов населением, проживающим на исследуемой территории. Этот метод позволяет получить структуру потребления пищевых продуктов по отдельным группам населения, в том числе детей различного возраста. Необходимо правильно определить репрезентативную выборку для изучения структуры потребления пищевых продуктов, чтобы данные могли быть распространены на

¹⁵ Официальный сайт Росстата: rosstat.gov.ru (в свободном доступе).

население всей обследуемой территории. В этом случае при изучении фактического питания используются методические документы¹⁶.

5.7.15. Стандартные величины потребления воды и различных пищевых продуктов могут корректироваться при наличии специфических региональных особенностей.

5.7.16. Оценка величины потребления пищевых продуктов включает в себя:

- выбор пищевого продукта или группы продуктов, в отношении которых проводится оценка;
- идентификацию экспонируемых групп потребителей, в том числе наиболее чувствительных групп населения;
- определение объемов и частоты потребления пищевых продуктов;
- при необходимости трансформацию химических веществ в процессе технологической или кулинарной обработки пищевой продукции.

Источниками данных для оценки объемов и частоты потребления конкретного вида пищевого продукта или группы продуктов могут быть результаты специальных исследований или данные научной литературы, материалы государственной статистики, результаты социологических исследований.

5.7.17. При отсутствии специфических региональных параметров, используемых в уравнениях для расчетов экспозиции, расчет суточных доз осуществляется с помощью стандартных факторов экспозиции (приложение 9 к настоящему Руководству).

5.7.18. В качестве количественной меры экспозиции в исследованиях по оценке риска рекомендуется использовать потенциальную дозу, рассчитываемую путем умножения величины концентрации химического вещества в среде (воздухе, воде, пищевых продуктах) на объем вдыхаемого воздуха, потребляемой воды, пищевых продуктов или уровень абсорбции через кожу с учетом массы тела.

5.7.19. Потенциальная доза – это количество химического вещества, которое потребляется или вдыхается, или его количество, содержащееся в разных средах и находящееся в соприкосновении с кожей. Общая потенциальная доза (TPD) рассчитывается с помощью следующего стандартного уравнения (формула 12):

$$TPD = C \times IR \times ED, \quad (12)$$

где:

TPD – общая потенциальная доза;

C – концентрация загрязняющего вещества в объекте среды обитания (например, воздух, почва), контактирующей с телом человека (выражается в единицах масса/объем или масса/масса);

IR – величина (скорость) поступления, зависящая от например, скорости ингаляции (объема легочной вентиляции), объема потребляемой воды;

ED – продолжительность воздействия.

¹⁶ Например, Методические рекомендации по вопросам изучения фактического питания и состояния здоровья населения в связи с характером питания, утвержденные заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 08.02.1984 № 2967-84 (далее – МР № 2967-84); Методические рекомендации по оценке количества потребляемой пищи методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания, утвержденные заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 26.02.1996 № С1-19/14-17 (далее – МР № С1-19/14-17).

5.7.20. Общая доза – это сумма отдельных доз, полученных организмом человека в результате влияния на него отдельного загрязняющего вещества за определенный период в процессе взаимодействия со всеми содержащими данное загрязнение средами (воздухом, водой, пищей, почвой).

5.7.21. В случае недоступности данных о коэффициенте абсорбции, его величина при расчете потенциальной дозы, принимается равной 1.0, что соответствует 100% поступлению химического вещества в организм.

5.7.22. При расчете потенциальной дозы следует принимать во внимание:

- характеристики индивидуумов (пол, возраст, масса тела, площадь поверхности тела);
- факторы поведения и суточной активности (например, время, проводимое в различных микросредах, специфическая активность, скорость дыхания);
- характеристики территории (например, регион, городская/сельская местность);
- временные факторы (например, сезон года, выходные дни, отпускной период, каникулы).

5.7.23. При оценке риска потенциальные дозы, усредняются с учетом массы тела и времени воздействия, если иное не предусмотрено целью и задачами исследования. Такая доза носит название средней суточной потенциальной дозы или средней суточной дозы.

5.7.24. Средняя суточная доза (ADD) обычно рассчитывается путем деления общей потенциальной дозы на массу тела (BW) и время осреднения воздействия (AT) по формуле 13:

$$ADD = TPD / (BW \times AT), \quad (13)$$

где:

ADD – средняя суточная доза или средняя суточная потенциальная доза (ADD_{pot});

TPD – общая потенциальная доза;

BW – масса тела человека, кг;

AT – период осреднения экспозиции.

5.7.25. При оценке канцерогенных рисков используют средние суточные дозы, усредненные с учетом ожидаемой средней продолжительности жизни человека (70 лет). Такие дозы обозначаются как LADD. Стандартное уравнение для расчета LADD имеет следующий вид (формула 14):

$$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365], \quad (14)$$

где:

LADD – средняя суточная доза или поступление (I), мг/(кг × день);

C – концентрация вещества-канцерогена в загрязненной среде, мг/л, мг/м³, мг/см², мг/кг;

CR – поступления воздействующей среды (например, питьевой воды, воздуха, продуктов питания), л/день, м³/день, кг/день;

ED – продолжительность воздействия, лет;

EF – частота воздействия, дней/год;

BW – масса тела человека, кг;

AT – период осреднения экспозиции (для канцерогенов AT = 70 лет);

365 – число дней в году.

5.7.26. Формулы для расчета ADD и стандартные значения ключевых факторов воздействия для нескольких типичных путей поступления химических веществ, сгруппированные по путям поступления (пероральное и ингаляционное поступление, перкутанная абсорбция) и являющимися вариантами основной формулы потенциальной дозы, приведены в приложениях 9 и 14 к настоящему Руководству. Данные формулы для отдельных путей поступления химических веществ имеют общую структуру и содержат пересчетные коэффициенты, необходимые для перевода единиц массы, объема или площади. Для каждого пути поступления химических веществ рекомендованы также стандартные значения степени контакта, продолжительности и частоты воздействия. В описании результатов проведенной оценки риска отражаются обоснования выбора величин, отличающихся от стандартных.

5.8. Оценка суммарной экспозиции

5.8.1. Исходя из определения общей потенциальной дозы, рассчитывается «суммарная экспозиция», которая имеет первостепенное значение при установлении реального риска воздействия загрязняющего вещества на здоровье населения и учитывает все воздействия конкретного загрязнения на человека независимо от среды или путей поступления.

5.8.2. На основании положений п. 5.7 и формул расчета, приведенных в приложении 14 к настоящему Руководству, составляется сводная таблица для анализа многомаршрутной, многосредовой экспозиции, отражающая поступление химического вещества из анализируемых сред, а также суммарные дозы для отдельных сред, путей поступления и общую величину суммарной дозы (табл. 5.4).

Таблица 5.4

Сводная таблица для анализа многомаршрутной, многосредовой экспозиции

Путь поступления	Объекты среды обитания					
	воздух	почва	питьевая вода	открытый водоем	продукты	сумма
Ингаляционный	Dai	Dsi	Dwi	Dri		Di
Пероральный		Dso	Dwo	Dro	Dfo	Do
Накожный		Dsd	Dwd	Drd		Dd
Сумма	Da	Ds	Dw	Dr	Df	Dsum
Примечание: D – доза. Индексы относятся к различным объектам и путям поступления вещества: i – ингаляция, o – перорально, d – накожно, a – воздух, s – почва, w – питьевая воды, r – открытой водоем (рекреационное использование), f – продукты питания. Величина Dsum – отражает суммарное поступление вещества из разных сред и разными путями.						

5.8.3. Средняя суточная доза на день воздействия (ADDd) формирует основу для расчета не только доз хронического и пожизненного воздействий, но и острого воздействия.

5.8.4. Общая формула для расчета хронической средней суточной дозы имеет следующий вид (формула 15):

$$ADDch = ADDd \times EF/DPY, \quad (15)$$

где:

ADDch – средняя суточная доза, усредненная на хроническую экспозицию, мг/(кг×день);

ADDd – средняя суточная доза на день экспозиции;

EF – частота воздействия, дней/год;

DPY – число дней в году (365 дней/год).

Примечание: при оценке кожного воздействия применяется концепция внутренней (или поглощенной) дозы, т.е. дозы, поступившей в кровеносное русло.

5.8.5. Частота воздействия может отражать либо продолжительное воздействие (365 дней в году), либо частичное или прерывистое воздействие (например, 90 дней в году в условиях теплого времени года; или 250 дней в году по 5 дней в неделю – 50 недель в год для профессионального воздействия). Если частота воздействия составляет 365 дней в году, то хроническая ADDch равна среднесуточной.

5.8.6. На последнем этапе рассчитывается пожизненная суточная доза (LADD) из одной или нескольких хронических суточных доз (ADDch) как средневзвешенная доза для трех периодов жизни по формуле 16:

$$LADD = \frac{(EDb \times ADDchb) + (EDc \times ADDchc) + (EDa \times ADDcha)}{AT}, \quad (16)$$

где:

LADD – пожизненная средняя суточная доза, мг/(кг × день);

EDb – продолжительность экспозиции для детей младшего возраста (0 - <6 лет) – 6 лет;

EDc – продолжительность экспозиции для детей старшего возраста (6 - < 18 лет) – 12 лет;

EDa – продолжительность экспозиции для взрослых (18 и более лет) – 12 лет;

ADDchb – хроническая средняя суточная доза для детей младшего возраста, мг/(кг × день);

ADDchc – хроническая средняя суточная доза для детей старшего возраста, мг/(кг × день);

ADDcha – хроническая суточная доза для взрослого, мг/(кг × день);

AT – время осреднения, число лет.

5.8.7. Длительность воздействия является рядом лет, в течение которых длится данный способ воздействия. В знаменателе стоит среднее время – период, на который усредняется общая доза или распределяется пропорционально по блокам лет.

5.8.8. Для канцерогенных эффектов среднее время учитывает продолжительность жизни человека, невзирая на длительность воздействия.

5.8.9. Для условий экспозиции в жилой зоне, продолжительность которой может быть больше одного возрастного периода жизни, необходимо рассчитывать суточную и хроническую дозы (ADD) отдельно для каждого периода жизни, т.к. различным возрастным периодам присущи специфичные значения величин контакта и массы тела.

VI. Характеристика риска здоровью населения

6.1. Общие положения характеристики риска здоровью населения

6.1.1. Характеристика риска интегрирует данные об опасности анализируемых химических веществ, величине экспозиции, параметрах зависимости «экспозиция – ответ», полученные на всех предшествующих этапах исследования, с целью количественной и качественной оценки риска, выявления и оценки сравнительной значимости существующих проблем для здоровья населения.

6.1.2. На этом этапе осуществляется рассмотрение всех предположений, научных гипотез и неопределенностей, которые способны исказить полученные результаты и конечные выводы.

6.1.3. Характеристика риска является связующим звеном между оценкой риска здоровью и управлением риском.

6.1.4. Характеристика риска осуществляется в соответствии со следующими этапами:

- обобщение результатов оценки экспозиции и зависимостей «экспозиция-ответ»;
- расчет значений риска для отдельных маршрутов и путей поступления химических веществ;
- расчет рисков для условий агрегированной (поступление одного химического соединения в организм человека всеми возможными путями из разных объектов среды обитания) и кумулятивной (одновременное воздействие нескольких химических веществ) экспозиции;
- выявление и анализ неопределенностей оценки риска;
- категорирование рассчитанных значений рисков в соответствии с классификацией уровней риска;
- обобщение результатов оценки риска и представление полученных данных лицам, участвующим в управлении рисками.

6.1.5. Ведущими принципами характеристики риска являются:

- интеграция информации, полученной в процессе идентификации опасности, оценки экспозиции и зависимости «экспозиция – ответ»;
- характеристика и обсуждение имеющихся неопределенностей и вариабельности результатов;
- представление информации о риске в понятной и доказательной форме с указанием на достоверность и ограничения характеристик риска.

6.1.6. В процессе характеристики рисков используется величина допустимого (приемлемого) риска, под которой понимается уровень риска для здоровья человека, который не требует принятия дополнительных мер по его снижению, и оцениваемый как независимый, незначительный по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности и жизни населения.

6.1.7. При наличии на исследуемой территории нескольких точек воздействия (рецепторных точек) все вышеуказанные расчеты проводятся как отдельно для каждой из них, так по всей территории в целом. При этом может

рассчитываться риск, связанный с тем или иным источником загрязнения окружающей среды. Подобные расчеты могут быть необходимы для сравнительной оценки уровней риска от разных источников и на разных участках исследуемой территории, а также выявления вклада каждого из этих источников и участков в суммарную величину риска для всей анализируемой территории.

6.2. Оценка риска канцерогенных эффектов

6.2.1. Характеристика канцерогенного риска осуществляется поэтапно:

- обобщение и анализ всей имеющейся информации о вредных факторах, особенностях их действия на организм человека, уровнях экспозиции;
- расчет индивидуального канцерогенного риска для каждого вещества, поступающего в организм человека анализируемыми путями, для каждого канцерогенного компонента исследуемой смеси химических веществ, а также суммарного канцерогенного риска для всей смеси;
- расчет суммарных канцерогенных рисков для каждого из анализируемых путей поступления, а также общего суммарного канцерогенного риска для всех веществ и всех анализируемых путей их поступления в организм;
- расчет популяционных канцерогенных рисков;
- обсуждение и оценка источников неопределенности и вариабельности результатов характеристики риска;
- обобщение и представление результатов характеристики риска.

6.2.2. Расчет индивидуального канцерогенного риска осуществляется с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона, единичный риск). В стандартных условиях для канцерогенных химических веществ дополнительная вероятность развития рака у индивидуума на всем протяжении жизни (CR) оценивается с учетом среднесуточной дозы в течение жизни (LADD) по формуле 17:

$$CR = LADD \times SF \times g, \quad (17)$$

где:

CR – величина индивидуального канцерогенного риска;

LADD – среднесуточная доза в течение жизни, мг/(кг × день);

SF – фактор наклона, (мг/(кг × день))⁻¹;

g – коэффициент тяжести злокачественных новообразований (рака).

При использовании единичного риска (UR) расчетная формула приобретает следующий вид (формула 18):

$$CR = LADC \times UR \times g, \quad (18)$$

где:

CR – величина индивидуального канцерогенного риска;

LADC – средняя концентрация вещества в исследуемом объекте среды обитания за весь период осреднения экспозиции (питьевая вода, мг/л; воздух, мг/м³);

UR – единичный риск при пероральном поступлении (URo) (дополнительная вероятность развития рака на 1 мг/л) или при ингаляционном поступлении (URi) (риск на 1 мг/м³);

g – коэффициент тяжести злокачественных новообразований (рака).

В качестве коэффициента тяжести до уточнения его величины с учетом потерь периода здоровой жизни и вероятности смерти рекомендуется использовать величину 1.

При описании результатов расчетов канцерогенного риска обязательно упоминание используемого значения коэффициента «g».

6.2.3. Расчет по вышеприведенным формулам правомерен в случае относительно невысоких уровней воздействия канцерогена. При несоблюдении этого условия (уровень риска $>0,01$) получаемые результаты могут только качественно характеризовать величину риска («высокий риск», риск более 0,01). При относительно высокой дозе канцерогена более оправданным является использование для расчета риска уравнения по формуле 19:

$$CR = 1 - \exp(-SF \times LADD), \quad (19)$$

где:

CR – величина индивидуального канцерогенного риска;

SF – фактор наклона, $(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{день}))^{-1}$;

LADD – среднесуточная доза в течение жизни, $\text{мг}/(\text{кг} \times \text{день})$.

6.2.4. При оценке канцерогенного риска воздействия веществ некоторых химических классов целесообразно использовать факторы относительной активности (PEF) или факторы эквивалентной токсичности (TEF), характеризующие канцерогенную способность данного вещества относительно определенного эталонного канцерогена, у которого фактор относительной активности (PEF) или фактор эквивалентной токсичности (TEF) равен 1,0 (приложение 5 к настоящему Руководству).

6.2.5. В отчете должно быть четко отмечено, какой вид экспозиции оценивается: средняя экспозиция, максимальная обоснованная экспозиция, максимальная экспозиция.

6.2.6. При наличии нескольких видов экспозиции и оцениваемых контингентов населения оценка риска должна быть проведена для каждого из этих вариантов в отдельности. В этом случае с учетом численности исследуемых групп и полученных значений канцерогенного риска необходимо провести анализ распределения канцерогенных рисков в популяции.

6.2.7. Определение величин популяционных канцерогенных рисков (PCR), отражающих дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, способных возникнуть на протяжении жизни вследствие воздействия исследуемого фактора, проводится по формуле 20:

$$PCR = CR \times POP, \quad (20)$$

где:

PCR – величина популяционных канцерогенных рисков;

CR – индивидуальный канцерогенный риск, рассчитывается без учета коэффициента g (тяжести эффекта);

POP – численность исследуемой популяции, чел.

6.2.8. При проведении оценки риска здоровью величины индивидуального и популяционного канцерогенных рисков характеризуют верхнюю границу возможного канцерогенного риска на протяжении периода 70 лет, т.к. в связи со стохастическим характером канцерогенного процесса, длительным латентным периодом, различиями в возрастной чувствительности и сложным характером временной и возрастной зависимости вероятности смерти человека точно предсказать сроки развития злокачественных новообразований на основе имеющейся научной информации в популяции не представляется возможным.

6.2.9. При сравнительной характеристике риска часто используется величина популяционного годового риска (PCRa), представляющая расчетное число дополнительных случаев рака в течение года. Например, в случае анализа канцерогенных влияний загрязнений атмосферного воздуха величина PCRa будет равна (формула 21):

$$PCRa = \sum (C_j \times UR_i) \times POP/70, \quad (21)$$

где:

PCRa – число дополнительных случаев рака в течение года;

C_j – среднегодовая концентрация j -го вещества;

UR_i – единичный риск за всю жизнь при ингаляционном поступлении (70 лет);

POP – численность популяции, подвергающейся воздействию.

6.2.10. Величину популяционного годового риска не следует использовать для проведения каких-либо прямых аналогий между уровнями фактической онкологической заболеваемости или смертности и значениями этих рисков.

6.2.11. Максимально эффективно результаты характеристики канцерогенных рисков используются при сравнительной оценке воздействия факторов среды обитания на разных территориях, в разные временные периоды, до и после проведения оздоровительных мероприятий, для сравнения возможного влияния на здоровье человека различных технологических процессов и природоохранных мероприятий.

6.3. Оценка риска неканцерогенных эффектов

6.3.1. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводится на основе расчета коэффициента опасности.

6.3.2. Коэффициент опасности определяют путем сопоставления величин потенциальной суточной дозы вещества, поступающего пероральным или кожным путём, и уровня безопасного воздействия при этом же пути поступления по формуле 22:

$$HQ_j = AD_j / RfD_j, \quad (22)$$

где:

HQ – коэффициент опасности воздействия вещества i ;

AD_j – потенциальная доза поступления вещества i , мг/кг;

RfD_j – безопасный уровень воздействия вещества i , мг/кг.

6.3.3. При ингаляционном поступлении, если только это не обусловлено специальными задачами исследования, расчет коэффициента опасности может осуществляться по формуле 23 без предварительного расчета дозы поступления вещества:

$$HQ_j = C_i / RfC_j, \quad (23)$$

где:

HQ – коэффициент опасности воздействия вещества j;

C_j – уровень воздействия (концентрация) вещества j, мг/м³;

RfC_j – безопасный уровень воздействия вещества j, мг/м³.

6.3.4. Коэффициент опасности рассчитывается отдельно для экспозиции различной продолжительности (например, кратковременное (острое), длительное (хроническое) воздействие химических веществ). При этом период осреднения экспозиций и соответствующих безопасных уровней воздействия (референтных концентраций) должен быть аналогичным.

6.4. Оценка риска при многосредовых, комбинированных и комплексных воздействиях

6.4.1. Оценка канцерогенного риска

6.4.1.1. Канцерогенный риск при комплексном поступлении химического вещества различными путями (перорально, наочно, ингаляционно) и при комбинированном воздействии нескольких химических соединений или сочетанном действии химического фактора рассматривается как аддитивный.

6.4.1.2. При углубленном анализе канцерогенных рисков, связанных с воздействием химических веществ, целесообразно группировать исследуемые канцерогены с учетом вида и (или) локализации опухолей. В этом случае расчет суммарных канцерогенных рисков осуществляется отдельно для каждой выделенной группы (например, злокачественные новообразования легких, печени).

6.4.1.3. Количественная величина канцерогенного риска носит вероятностный характер, в связи с чем расчет величин кумулятивного и агрегированного канцерогенного риска производится по формулам 24 и 25:

$$CR_j^{кум} = 1 - \prod_{i=1} (1 - CR^{ij}), \quad (24)$$

где:

$CR_j^{кум}$ – величина кумулятивного канцерогенного риска, связанного с поступлением нескольких канцерогенов j-ым путем;

CR^{ij} – уровень канцерогенного риска, связанный с поступлением i-го вещества, j-ым путем.

$$CR_i^{арп} = 1 - \prod_{j=1} (1 - CR^{ij}), \quad (25)$$

где:

$CR_i^{арп}$ – величина агрегированного канцерогенного риска, связанного с поступлением i-го вещества различными путями;

CR^{ij} – канцерогенный риск, связанный с поступлением i-го вещества j-м путем.

6.4.1.4. Учитывая достаточно низкие уровни канцерогенного риска в условиях реальных величин экспозиции канцерогенных веществ, допускается при воздействии нескольких канцерогенов суммарный канцерогенный риск для определенного пути поступления (например, перорального или ингаляционного) (кумулятивный риск) рассчитывать по формуле 26:

$$CR_j = \sum CR_i,$$
 (26)

где:
CR_j – общий канцерогенный риск для пути поступления j;
CR_i – канцерогенный риск для каждого канцерогенного вещества при данном пути поступления.

6.4.1.5. При расчете суммарных канцерогенных рисков принимаются во внимание различия в степени выраженности канцерогенного действия химических веществ при разных путях поступления. В тех случаях, когда значения факторов канцерогенного потенциала при разных путях воздействия различаются, расчет рисков на основе суммарных доз корректен только для одинаковых путей поступления (например, расчет риска по суммарной дозе, полученной человеком при ингаляции вещества, содержащегося в атмосферном воздухе, водопроводной воде, почве, воде плавательного бассейна или водоема для рекреационного пользования).

6.4.1.6. При одновременном воздействии нескольких канцерогенных веществ, поступающих в организм человека различными путями (агрегированный риск), расчет общего риска (TCR) проводится по формуле 27:

$$TCR = \sum CR_j,$$
 (27)

где:
TCR – величина общего (агрегированного) канцерогенного риска;
CR_j – общий канцерогенный риск для пути поступления j.

6.4.1.7. Основой для осуществления расчетов суммарных рисков при комплексном поступлении химического канцерогена являются сводные таблицы, составляемые для каждого анализируемого вещества (табл. 6.1).

Таблица 6.1

Сводная таблица для анализа канцерогенного риска при многомаршрутной, многосредовой экспозиции химического вещества

Путь поступления	Объекты среды обитания					
	воздух	почва	питьевая вода	открытый водоем	продукты	сумма
Ингаляционный	CRai	CRsi	CRwi	CRri	-	CRi
Пероральный	-	CRso	CRwo	CRro	CRfo	CRo
Накожный	-	CRsd	CRwd	CRrd	-	CRd
Сумма	CRa	CRs	CRw	CRr	CRf	CRsum

Примечание: CR – индивидуальный канцерогенный риск. Индексы относятся к различным объектам и путям поступления вещества: i – ингаляция; o – перорально; d – накожно; a – воздух; s – почва; w – питьевая воды; r – открытой водоем (рекреационное использование); f – пищевые продукты. Величина CRsum – отражает суммарный канцерогенный риск при поступлении j-го вещества разными путями из разных сред.

6.4.1.8. При одновременном присутствии в среде обитания нескольких канцерогенных веществ аналогичные расчеты проводятся сначала для каждого исследуемого вещества, а затем смеси в целом. Например, при комплексном поступлении одновременно нескольких канцерогенов анализ канцерогенных рисков осуществляется на основе данных сводной таблицы (табл. 6.2).

Таблица 6.2

Пример сводной таблицы для анализа канцерогенных рисков при одновременном воздействии нескольких химических веществ

Путь поступления	Вещество 1	Вещество 2	Вещество j	Сумма
Атмосферный воздух				
Ингаляционный	CRai1	CRai2	CRaij	ΣCRai
Питьевая вода				
Пероральный	Crwo1	CRwo2	CRwon	ΣCRwo
Ингаляционный	Crwi1	CRwi2	CRwij	ΣCRwi
Накожный	CRwd1	CRwd2	CRwdj	ΣCRwd
Сумма	ΣCRw1	ΣCRw2	ΣCRwj	ΣCRw
Почва				
Пероральный	CRso1	CRso2	CRsoj	ΣCRso
Ингаляционный	CRsi1	CRsi2	CRsij	ΣCRsi
Накожный	CRsd1	CRsd2	CRsdj	ΣCRsd
Сумма	ΣCRs1	ΣCRs2	ΣCRsj	ΣCRs
Открытый водоем				
Пероральный	CRro1	CRro2	CRroj	ΣCRro
Ингаляционный	CRri1	CRri2	CRrij	ΣCRri
Накожный	CRrd1	CRrd2	CRrdj	ΣCRrd
Сумма	ΣCRr1	ΣCRr2	ΣCRrj	ΣCRr
Пищевые продукты				
Пероральный	CRfo1	CRfo2	CRfoj	ΣCRf
Суммарное поступление				
Суммарное ингаляционное поступление	CRai1 + Crwi1 + CRsi1 + Crri1	CRai2 + CRwi2 + CRsi2 + CRri2	CRaij + CRwij + CRsij + CRrin	CRai + CRwi + CRsi + CRri
Суммарное пероральное поступление	CRwo1 + CRso1 + CRro1 + CRfo1	CRwo2 + CRso2 + CRro2 + CRfo2	CRwoj + CRsoj + CRroj + CRfoj	CRwo + CRso + CRro + CRfo
Суммарное накожное поступление	CRwd1 + CRsd1 + CRrd1	CRwd2 + CRsd2 + CRrd2	CRwdj + CRsdj + CRrdj	CRwd + CRsd + CRrd
Сумма по всем средам и путям	ΣCR1	ΣCR2	ΣCRj	ΣCR
Примечание: CR – индивидуальный канцерогенный риск. Индексы относятся к различным объектам и путям поступления вещества: i – ингаляция, o – перорально, d – накожно, a – воздух, s – почва, w – питьевая воды, r – открытой водоем (рекреационное использование), f – пищевые продукты.				

6.4.2. Оценка неканцерогенного риска

6.4.2.1. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов при комбинированном и комплексном воздействии химических соединений проводится на основе расчета индекса опасности (НІ).

6.4.2.2. Индекс опасности (НІ) для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем (например, ингаляционным или пероральным) рассчитывается для веществ, характеризующихся воздействием на одинаковые критические органы и системы, по формуле 28:

$$HI_k = \sum HI_j, \quad (28)$$

где:

HI_k – индекс опасности развития нарушения функций k -ых критических органов и систем (например, $HI_{од}$ – индекс опасности по влиянию на органы дыхания, $HI_{сс}$ – индекс опасности по влиянию на сердечно-сосудистую систему);

HQ_j – коэффициенты опасности для отдельных j -ых компонентов смеси веществ, воздействующих на критические органы и системы k .

6.4.2.3. При комплексном поступлении химического вещества в организм человека из среды обитания одновременно несколькими путями, а также при многосредовом и многомаршрутном воздействии критерием риска является суммарный индекс опасности, характеризующий кумулятивный риск (THI_k), который рассчитывается по формуле 29:

$$THI_k = \sum HI_k, \quad (29)$$

где:

THI_k – суммарный индекс опасности, характеризующий кумулятивный риск;

HI_k – индексы опасности для отдельных путей поступления или отдельных маршрутов воздействия.

6.4.2.4. При одновременном поступлении вещества j ингаляционно и перорально суммарный индекс опасности, характеризующий агрегированный риск, рассчитывается по формуле 30:

$$THI_j = C_j/RfC_j + D_j/RfD_j, \quad (30)$$

где:

THI_j – суммарный индекс опасности, характеризующий агрегированный риск;

C_j – оцениваемая концентрация вещества i в воздухе (mg/m^3);

D_j – доза, получаемая при пероральном пути поступления вещества i (mg/kg);

RfC_j , RfD_j – безопасные уровни воздействия химических веществ.

6.4.2.5. Оценка опасности при комплексном поступлении осуществляется без учета коэффициентов поглощения веществ в органах дыхания и желудочно-кишечном тракте, т.е. на основе воздействующих доз и концентраций. Это

обусловлено тем, что величины безопасных уровней воздействия химических веществ (RfD, RfC) всегда устанавливаются как экспозиционные (воздействующие), а не поглощенные дозы.

Пример результатов оценки аддитивного риска воздействия четырех гипотетических веществ приведен в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Оценка неканцерогенного риска по влиянию на критические органы/системы

Вещество	Доза, мг/кг	RfD, мг/кг	HQ	Орган
А	0,005	0,05	0,1	почки
Б	16,0	4,0	4,0	печень
С	0,12	0,4	0,3	почки
Д	0,08	0,2	0,4	печень
Г	0,2	0,05	-	органы дыхания
...	...	...	...	...
Суммарный риск		HI почки	0,4	
		HI печень	4,4	

6.4.2.6. Рассчитанные значения неканцерогенного риска ранжируются сначала по величине коэффициента опасности для определения наиболее приоритетных загрязнителей, а также по величинам индексов опасности с учетом поражаемых органов и систем организма.

6.4.2.7. При комплексном и (или) многосредовом поступлении одного вещества коэффициенты опасности, установленные по отношению к одним и тем же критическим органам и системам, для каждого пути поступления и каждого объекта среды обитания суммируются, и рассчитывается суммарный индекс опасности (ТНІ). Пример такой оценки представлен в табл. 6.4.

Таблица 6.4

Пример сводной таблицы для расчета индекса опасности при комплексном многосредовом воздействии

Объект среды обитания	Путь воздействия			
	Ингаляционный	Пероральный	Накожный	Сумма
Атмосферный воздух	HQai	-	-	HIa
Питьевая вода	HQwi	HQwo	HQwd	HIw
Почва	HQsi	HQso	HQsd	HI s
Сумма	HIi	HIo	HI d	ТНІ
Примечание: а – атмосферный воздух; w – питьевая вода; s – почва; i – ингаляционное поступление; о – пероральное поступление; d – кожное воздействие.				

6.4.2.8. При одновременном присутствии в среде обитания нескольких веществ аналогичные расчеты проводятся сначала для каждого исследуемого вещества, а затем смеси в целом, с учетом поражаемых органов и систем организма. При комплексном поступлении одновременно нескольких химических веществ

анализ неканцерогенных рисков осуществляется на основе данных сводной таблицы (табл. 6.5).

Таблица 6.5

Пример сводной таблицы для анализа неканцерогенных рисков при одновременном воздействии нескольких химических веществ

Путь поступления	Вещество 1	Вещество 2	Вещество j	Сумма*
Атмосферный воздух				
Ингаляционный	HQai1	HQai2	HQaij	ΣHQai
Питьевая вода				
Пероральный	HQwo1	HQwo2	HQwoj	ΣHQwo
Ингаляционный	HQwi1	HQwi2	HQwij	ΣHQwi
Накожный	HQwd1	HQwd2	HQwdj	ΣHQwd
Сумма	ΣHQw1	ΣHQw2	ΣHQwj	ΣHQw
Почва				
Пероральный	HQso1	HQso2	HQsoj	ΣHQso
Ингаляционный	HQsi1	HQsi2	HQsij	ΣHQsi
Накожный	HQsd1	HQsd2	HQsdj	ΣHQsd
Сумма	ΣHQs1	ΣHQs2	ΣHQsj	ΣHQs
Открытый водоем				
Пероральный	HQro1	HQro2	HQroj	ΣHQro
Ингаляционный	HQri1	HQri2	HQrij	ΣHQri
Накожный	HQrd1	HQrd2	HQrdj	ΣHQrd
Сумма	ΣHQr1	ΣHQr2	ΣHQrj	ΣHQr
Пищевые продукты				
Пероральный	HQfo1	HQfo2	HQfoj	ΣHQf
Суммарное поступление				
Суммарное ингаляционное поступление	HQai1 + HQwi1 + HQsi1 + HQri1	HQai2 + HQwi2 + HQsi2 + HQri2	HQaij + HQwij + HQsij + HQrij	HQai + HQwi + HQsi + HQri
Суммарное пероральное поступление	HQwo1 + HQso1 + HQro1+HQfo1	HQwo2 + HQso2 + HQro2 + HQfo2	HQwoj + HQsoj + HQroj + HQfoj	HQwo + HQso + HQro+ HQfo
Суммарное накожное поступление	HQwd1 + HQsd1 + HQrd1	HQwd2 + HQsd2 + HQrd2	HQwdj + HQsdj + HQrdj	HQwd + HQsd + HQrd
Сумма по всем средам и путям	ΣHQ1	ΣHQ2	ΣHQj	ΣHQ*
Примечание: * – оценка неканцерогенного риска при комплексном поступлении одновременно нескольких химических веществ проводится с учетом критических органов и систем (например, органы дыхания, сердечно-сосудистая система).				

6.4.2.9. В условиях комбинированного воздействия суммарный индекс опасности (ТНІ) характеризует риск развития неблагоприятных эффектов на критический орган (систему). По этому индексу могут быть выделены приоритетные органы и системы, в наибольшей степени поражаемые при воздействии химических факторов среды обитания.

6.4.2.10. Индекс опасности (НИ) может использоваться для определения приоритетных объектов среды обитания и путей поступления вещества в организм человека. Индекс ТНІ служит для ранжирования веществ, поступающих разными путями из многих сред.

6.4.2.11. При наличии на исследуемой территории нескольких точек воздействия (рецепторных точек) все вышеуказанные расчеты проводятся как отдельно для каждой из них, так и суммарно. При этом одновременно может рассчитываться канцерогенный и(или) неканцерогенный риск, связанный с тем или иным источником загрязнения среды обитания. Например, если источниками загрязнения среды обитания в исследуемом населенном пункте являются промышленные предприятия, а также автотранспорт (источники 1...j), то их вклад в суммарный канцерогенный и(или) неканцерогенный риск может быть оценен с использованием данных сводной табл. 6.6. Табл. 6.6 иллюстрирует оценку вклада разных типов источников загрязнения среды обитания на изучаемой территории на примере канцерогенного риска. Аналогичную оценку следует проводить и для неканцерогенного риска.

Таблица 6.6

Канцерогенный риск на изучаемой территории от всех учтенных источников загрязнения среды обитания

Рецепторная точка	Предприятие А (источник А)	Автотранспорт (источник АТ)	Предприятие j (источник j)	Сумма
1	CR _{A1}	CR _{AT1}	CR _{j1}	TCR ₁
2	CR _{A2}	CR _{AT2}	CR _{j2}	TCR ₂
i	CR _{Ai}	CR _{ATi}	CR _{ji}	TCR _i
Сумма	CR _{A1} + CR _{A2} + CR _{Ai}	CR _{AT1} + CR _{AT2} + CR _{ATi}	CR _{j1} + CR _{j2} + CR _{ji}	TCR
Вклад, %	VCRA	VCR _{AT}	VCR _j	100
Примечание: TCR – суммарный канцерогенный риск на исследуемой территории от всех учтенных источников загрязнения среды обитания; TCR ₁ , TCR ₂ ... TCR _i – суммарные канцерогенные риски от всех источников в точках воздействия; VCRA, VCR _{AT} ...VCR _j – вклад данного источника в величину TCR.				

Такие расчеты являются необходимыми для сравнительной оценки уровней канцерогенного и (или) неканцерогенного риска от разных источников и на разных участках исследуемой территории, а также выявления вклада каждого из этих источников и участков в суммарную величину риска для всей анализируемой территории.

6.5. Оценка неканцерогенного риска на основе эпидемиологических данных (показатели функции зависимости «концентрация – эффект»)

6.5.1. Большинство разработанных к настоящему времени эпидемиологических критериев оценки риска отражают ожидаемый прирост

частоты нарушений состояния здоровья на единицу воздействующей концентрации.

Количественные значения риска, полученные на основе эпидемиологических данных, представляют собой относительные величины, характеризующие сравнительную приоритетность тех или иных загрязняющих веществ, источников их поступления в среду обитания и так далее.

6.5.2. Расчет риска развития нарушений состояния здоровья населения на основе эпидемиологических данных осуществляется с использованием показателей ФКЭ (значения относительного риска (RR)), представленных в приложении 6 к настоящему Руководству.

6.5.3. При характеристике риска, рассчитанного на основе показателей ФКЭ, принимается во внимание соответствие периодов осреднения оцениваемых уровней экспозиции тем периодам, при которых были установлены соответствующие критерии (например, 1 ч, 8 ч, 24 ч, 1 год).

6.5.4. Число смертей или случаев заболевания, обусловленных загрязнением атмосферного воздуха, рассчитывается как разница в количестве смертей или случаев заболевания между частотой заболевания при экспозиции к загрязнению, измеряемой в течение определенного периода времени, и частотой заболевания при исходной экспозиции, например, разница между текущей частотой заболевания и фоновой частотой заболевания, или частотой заболевания, прогнозируемой на будущее, или общим риском здоровью (бременем заболевания) (по отношению к нулевой экспозиции или определенному предполагаемому пороговому значению).

6.5.5. Количественная оценка последствий (смертность, заболеваемость, госпитализация и другие) осуществляется следующим образом (формула 31):

$$I = C_i \times P_a \times P_r \times R \times \text{ФКЭ}, \quad (31)$$

где:

I – оцениваемый исход воздействия (например, смертность, количество случаев, дней потери работоспособности);

C_i – средняя концентрация для вещества i , мг/м^3 (среднегодовая, среднесуточная);

P_a – доля населения в рассматриваемой возрастной группе (например, лица в возрасте старше 65 лет), %;

P_r – число лиц, например, старше 65 лет) под воздействием (например, астматики), %;

R – уровень заболеваемости (например, число случаев на 1000, 10000, 100000 населения, подверженного риску);

ФКЭ – показатель функции зависимости «концентрация – эффект».

6.5.6. Для простоты расчетов зависимости «концентрация-ответ» представляют в виде относительного изменения анализируемого показателя здоровья (например, в %) при возрастании концентрации химического соединения на $0,01 \text{ мг/м}^3$ (формула 32):

$$\Delta Y_i = Y_i \times \text{ERC}_i \times \text{POPi}, \quad (32)$$

где:

ΔY_i – дополнительный исход воздействия, связанный со среднегодовым (суточным) воздействием вещества i ;

Y_i – базовый годовой (ежедневный) уровень оцениваемого исхода воздействия (смертность, заболеваемость, госпитализация и другие);

ERC_i – обусловленное процентное изменение исхода воздействия (например, смертность, заболеваемость, госпитализация) для указанного изменения концентрации, полученное из рассчитанного относительного риска для оцениваемого исхода воздействия (формула 33):

$$ERC_i = (RR - 1) \times 100, \%, \quad (33)$$

где:

POP_i – численность населения, чел;

RR – значение относительного риска.

6.5.7. Для оценки вреда здоровью человека, связанного с загрязнением атмосферного воздуха, требуются следующие показатели:

- параметры зависимости «концентрация – ответ», полученные в эпидемиологических исследованиях (коэффициент регрессии γ или β , относительный риск RR на 0,01 мг/м³;

- численность населения, подверженного воздействию (для оценки популяционных показателей риска);

- доля лиц в общей популяции, для которых правомерно делать прогноз возможных неблагоприятных исходов воздействия (например, лица старше 65 лет, астматики, дети школьного возраста). В некоторых случаях в связи с отсутствием или явной недостоверностью статистических данных об относительной численности критических подгрупп населения могут быть использованы значения, рекомендуемые ВОЗ или полученные в корректно проведенных исследованиях (например, сведения о доле астматиков в детской и взрослой популяциях);

- «условная» величина порогового (безопасного) уровня воздействия. Величина порога малозначима в случае приведения сравнительных расчетов, однако при необходимости оценки абсолютного числа возможных исходов наличие или отсутствие порога действия способно существенно изменить конечные результаты расчетов (например, оценка эффективности мероприятий). В качестве порогового уровня воздействия рекомендуется использовать уровни референтных концентраций;

- режим и продолжительность экспозиции. ФКЭ соотносятся либо с кратковременными (24 часа и менее) экспозициями, либо с длительными, характеризруемыми среднегодовыми концентрациями, воздействиями;

- фоновый показатель частоты анализируемого нарушения состояния здоровья (обычно на 100 тыс. человек). В качестве этого показателя обычно используются средние данные по территории, региону, стране (или группе стран);

- показатели стоимости тех или иных нарушений состояния здоровья (при необходимости дальнейшей экономической оценки).

6.5.8. Показатели ФКЭ дают возможность оценки риска по широкому спектру нарушений состояния здоровья человека.

ФКЭ, рекомендованные к использованию для оценки эффективности проводимых мероприятий, представлены в таблице 6.1 приложения 6 к настоящему Руководству. Параметры ФКЭ, рекомендованные к использованию для сравнительной оценки риска, приведены в таблице 6.2 приложения 6 к настоящему Руководству.

6.5.9. Количественная оценка неканцерогенного риска также может производиться с использованием математических моделей «экспозиция – вероятность ответа» с учетом тяжести этих ответов (приложение 7 к настоящему Руководству).

6.5.10. Количественная оценка неканцерогенного риска с применением показателей ФКЭ, с использованием математических моделей «экспозиция – вероятность ответа» с учетом тяжести этих ответов, а также с применением эволюционного моделирования не применяются при обосновании СЗЗ.

6.6. Классификация уровней риска

6.6.1. При оценке уровней риска необходимо руководствоваться следующими критериями:

1) допустимыми (приемлемыми) уровнями риска принимаются:

- индивидуальный канцерогенный риск в течение всей жизни: $1,1 \times 10^{-6} - 1,0 \times 10^{-4}$;
- коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов (НҚ) для отдельных веществ $HQ=1,0$, отражающий несущественную вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни;

2) при оценке суммарного влияния веществ с односторонним действием (т.е. влияющих на одни те же органы и(или) системы организма) можно применять в качестве допустимого (приемлемого) уровня $HI= 3,0$ при условии, если ни у одного из компонентов загрязнения коэффициент опасности (НҚ) не превышает 1,0. При несоблюдении данного условия оценка проводится по веществу с максимальным значением НҚ.

6.6.2. Если коэффициент опасности превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению НҚ.

6.6.3. Классификация уровней риска приведена в табл. 6.7.

Таблица 6.7

Классификация уровней риска

Уровень риска	Индивидуальный пожизненный риск	Коэффициент опасности развития неканцерогенных эффектов (НҚ) для отдельных веществ	Индекс опасности развития неканцерогенных эффектов (HI/THI) для группы веществ с односторонним действием
Высокий*	$> 10^{-3}$	> 3	> 6
Настораживающий**	$1,1 \times 10^{-4} - 1,0 \times 10^{-3}$	1,1 -3	3,1 – 6
Допустимый (приемлемый)***	$1,1 \times 10^{-6} - 1,0 \times 10^{-4}$	Менее 1,0	1,1 – 3,0
Минимальный****	$1,0 \times 10^{-6}$ и менее	0,1 и менее	1,0 и менее
Примечание: * – высокий уровень риска (индивидуальный риск в течение всей жизни, превышающий $1,1 \times 10^{-3}$) неприемлем для населения. При его выявлении необходимо срочное проведение оздоровительных и других мероприятий по снижению риска;			

****** – настораживающий уровень риска (индивидуальный риск в течение всей жизни: $1,1 \times 10^{-4} - 1 \times 10^{-3}$) приемлем для профессиональных групп и не приемлем для населения в целом. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий объектами, являющимися основными источниками химического загрязнения среды обитания и (или) органами власти в условиях городских и сельских поселений;

******* – допустимый (приемлемый) уровень риска (индивидуальный риск в течение всей жизни: $1,1 \times 10^{-6} - 1 \times 10^{-4}$). Верхняя граница этого диапазона соответствует предельно допустимому риску при воздействии химических веществ, загрязняющих атмосферный воздух; для воды водных объектов, в том числе питьевой, предельно допустимый риск устанавливается на уровне 1×10^{-5} . При оценке загрязнения почвы необходимо ориентироваться на допустимые уровни риска для сопредельных сред (атмосферного воздуха, воды, пищевых продуктов). Уровни допустимого (приемлемого) риска подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях (реконструкция производства, планирование и осуществление региональных природоохранных или оздоровительных программ) при таких уровнях риска должны планироваться и проводиться дополнительные мероприятия по снижению риска для здоровья человека;

******** – минимальный риск (индивидуальный риск в течение всей жизни равный или меньший 1×10^{-6} , что соответствует 1 дополнительному случаю преждевременной смерти или развитию заболевания (например, онкологического), на 1 млн. экспонированных лиц) характеризует такие уровни риска, которые воспринимаются всеми людьми как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных. Подобные риски не требуют дополнительных мероприятий по их снижению и их уровни подлежат периодическому контролю с целью поддержания качества данного объекта среды обитания человека на благоприятном уровне. Минимальный уровень риска может применяться в качестве «целевого» уровня при управлении риском.

6.6.4. Классификация уровней риска используется для:

- выявления и ранжирования по степени приоритетности проблем обеспечения санитарно-эпидемиологического благополучия населения;
- оценки приемлемости риска здоровью, в том числе при проведении санитарно-эпидемиологических экспертиз;
- определения приоритетных факторов риска, зон и групп населения в рамках проведения социально-гигиенического мониторинга;
- определения необходимости и объема мероприятий по управлению риском;
- выделения зон и групп населения для управления рисками;
- установления уровней риска, которые должны быть достигнуты в результате проведения мероприятий по снижению рисков.

6.7. Обобщение информации о риске

6.7.1. На завершающем этапе характеристики риска должна быть кратко обобщена информация по результатам предшествующих этапов оценки риска, которая должна включать следующие данные:

- обоснования того, что в процессе оценки риска действительно были идентифицированы и изучены наиболее приоритетные и специфические для исследуемой территории химические вещества;
- описание тех вредных эффектов, которые могут возникнуть при воздействии изученных химических соединений;
- характеристику достоверности количественной информации о токсичности идентифицированных веществ и сведений о вызываемых ими вредных эффектах;

- характеристику достоверности данных, использованных при оценке экспозиции;
- установление параметров канцерогенного риска и индексов опасности неканцерогенных эффектов, превышение которых может потребовать проведения специальных мероприятий по устранению или снижению уровней воздействия источников риска;
- определение основных факторов, которые должны быть приняты во внимание в процессе управления риском (приоритетные химические вещества, пути поступления, загрязняемые объекты среды обитания, источники поступления химических соединений в среду обитания, наиболее вероятные вредные эффекты у населения);
- характеристику главных факторов, снижающих обоснованность и достоверность результатов, включая все неопределенности оценки риска;
- характеристику популяции, подвергающейся воздействию, а также ее наиболее чувствительных групп, включая возрастной состав;
- сравнительный анализ полученных данных по оценке риска, имеющихся сведений о состоянии здоровья населения, а также результатов ранее проведенных исследований, характеризующих риски и состояние здоровья человека на сходных по условиям экспозиции территориях.

6.7.2. Результаты оценки риска для здоровья населения представляются в виде отчета по оценке риска здоровью населения, рекомендуемая структура которого представлена в приложении 15 к настоящему Руководству.

6.7.3. В заключении к отчету по оценке риска здоровью населения представляются обобщенные данные о количественной и качественной характеристике риска, а также рекомендации по медико-биологическим (профилактическим и оздоровительным) рекомендациям.

6.8. Сравнительная оценка рисков

6.8.1. С целью обеспечения последующего оптимального использования информации о рисках лицами, принимающими решение, в процессе характеристики рисков необходимо правильно сгруппировать полученные данные с учетом количественных значений рисков, тяжести и социальной значимости возможных вредных эффектов, экспонируемых групп населения, оцениваемых зон воздействия химических веществ.

6.8.2. На данном этапе возможно проведение ранжирования рисков развития определенных вредных эффектов (например, канцерогенных рисков) в зависимости от территории, экспонируемой популяции, источников загрязнения среды обитания химическими веществами.

VII. Оценка неопределенностей. Факторы, влияющие на надежность оценок риска

7.1. Оценка неопределенностей является обязательной и завершает каждый из четырех этапов оценки риска здоровью. Оценка неопределенностей

представляет собой аналитический процесс, обеспечивающий информацией о значениях и источниках возникновения:

а) неопределенностей, обусловленных отсутствием или неполнотой информации, необходимой для корректного определения риска;

б) неопределенностей, связанных с некоторыми параметрами, используемыми для оценки экспозиции и расчета рисков (неопределенность параметров);

в) неопределенностей, обусловленных пробелами в научной теории и причинных связях, необходимых для точного предсказания тех или иных параметров (неопределенности моделирования).

7.2. При описании возможных источников неопределенностей необходимо различать два основных понятия:

– вариабельность, которая представляет собой неоднородность или непостоянство параметров популяции растений, животных, или человека, физических свойств окружающей среды и так далее; являясь фундаментальным свойством природы, вариабельность обычно не поддается снижению путем проведения дополнительных исследований или измерений;

– неопределенность, которая представляет собой частичное отсутствие представления или данных об определенных, связанных в данном случае с оценкой риска, параметрах, процессах или моделях; поскольку неопределенность является свойством, присущим самому процессу оценки риска, в некоторых случаях она может быть уменьшена посредством дополнительных исследований или измерений.

7.3. На этапе идентификации опасности при оценке неопределенностей проводится полное описание всех ошибок, неточностей, недостаточно надежных предположений и заключений, которые могут отразиться на конечных результатах характеристики риска и формулируемых выводах.

Основными источниками неопределенности этапа идентификации опасности являются: неполные или неточные сведения об источниках загрязнения окружающей среды, качественные и количественные характеристики эмиссий химических веществ; ошибки в прогнозе судьбы и транспорта химических веществ в окружающей среде; недостаточная степень полноты, достоверности и репрезентативности химико-аналитических данных; отсутствие или неполнота данных о вредных эффектах у человека.

7.4. Основные неопределенности, которые могут иметь место при проведении этапа оценки зависимости «экспозиция (доза, концентрация) – ответ», связаны с:

– установлением безопасного уровня воздействия;

– переносом результатов эпидемиологических исследований на оцениваемую экспонируемую популяцию;

– установлением степени доказанности канцерогенного эффекта у человека;

– определением критических органов и(или) систем и вредных эффектов;

– недостаточным знанием механизмов взаимодействия компонентов смесей химических веществ или особенностей токсикокинетики и токсикодинамики при разных путях поступления вредного вещества в организм;

– временем осреднения референтных уровней воздействия;

7.5. При анализе неопределенностей, связанных с оценкой экспозиции, выделяют характеристику неопределенностей, которая обычно включает качественное описание всех тех процессов, которые были использованы для отбора и исключения определенных данных, оценок, сценариев и так далее, и оценку неопределенностей, в большей степени представляющую количественный процесс, который предусматривает как простые измерения (например, диапазонов) или простые аналитические методики (например, анализ чувствительности), так и более сложные способы анализа.

7.6. Анализ неопределенностей при оценке экспозиции должен отражать следующие вопросы:

– какие исходные предположения и параметры являлись основой для выбора (например, использованные данные, моделирование, научное мнение);

– способ отбора параметров для анализа и оценки. Определение диапазона вариабельности ключевых параметров. Форма представления оценок (результатирующих величин) – средние, медианные, верхние перцентили;

– степень надежности (включая количественные аспекты надежности) ключевых параметров и итоговых оценок. Качественные и количественные характеристики той базы данных, которая явилась основой выбора значений использованных параметров.

7.7. В целом наибольшее влияние на достоверность итоговых оценок риска оказывают неопределенности, связанные с оценкой экспозиции. Достаточно высокая степень неопределенности может быть связана с установлением токсикологических параметров в экспериментальных условиях и их экстраполяцией на оцениваемые группы населения.

7.8. Источниками неопределенностей при оценке экспозиции могут являться:

– исходные предположения о текущем и перспективном землепользовании;

– выбор или исключение из анализа тех или иных путей воздействия;

– результаты мониторинга, особенно если они не отражают текущее состояние окружающей среды;

– ошибки измерений, ошибки в отборе проб, использование обобщенных или суррогатных данных;

– модели экспозиции, исходные предположения и вводимые в модели параметры, используемые для расчета концентраций в точке воздействия;

– значения физиологических факторов экспозиции, выбранные для расчета величины поступления химических веществ;

– предположения о частоте и продолжительности различных видов деятельности населения;

– выбранные значения времени осреднения экспозиции (например, кратковременное воздействие высоких доз или концентраций может приводить к такому же канцерогенному эффекту, что и хроническое действие малых доз или концентраций).

7.9. При анализе неопределенностей результатов моделирования распределения прогнозируемого риска среди популяции целесообразным является

выделение относительных вкладов реальной неопределенности и внутривариационной вариабельности.

Возможные неопределенности подразделяются на три категории:

- обусловленные отсутствием или неполнотой информации, необходимой для корректного определения риска;
- связанные с некоторыми параметрами, используемыми для оценки экспозиции и расчета рисков (неопределенность параметров);
- обусловленные пробелами в научной теории, необходимой для предсказания на основе причинных связей (неопределенности модели).

7.10. Наряду с анализом неопределенностей, при оценке экспозиции необходимо проводить и анализ вариабельности. Вариабельность воздействия связана с активностью индивидуумов, их поведением, а также с показателями эмиссии загрязняющих веществ, физико-химическими процессами, изменяющими концентрации химических веществ в различных средах.

7.11. Выделяют три типа вариабельности при оценке экспозиции:

- вариабельность места нахождения (пространственная вариабельность);
- вариабельность во времени (временная вариабельность);
- вариабельность среди индивидов (межиндивидуальная вариабельность).

7.12. Неопределенности, связанные с определением суммарного риска и суммарных индексов опасности, в основном, касаются вопросов синергизма или антагонизма действия различных смесей химических веществ. Учет этих неопределенностей значительно расширяет перечень условий, которые ограничивают возможности определения суммарного риска.

7.13. Одним из наиболее очевидных источников неопределенности в моделях является неполнота информации об используемых при анализе параметрах, будь то свойства популяции, окружающей среды (при анализе межсредового распределения и транспорта веществ) или физико-химические свойства вещества.

Величины этих параметров могут быть просто не известны с точностью, достаточной для использования точечной оценки, могут варьироваться в популяции, или неточность в их определении может определяться использованием обобщенных, усредненных данных для больших территорий или популяций.

Применение так называемых стандартных величин сокращает затраты на сбор необходимых данных, но при этом увеличивает неопределенности оценок экспозиции и риска, степень которых характеризуется на основе анализа чувствительности параметров.

7.14. Для понимания возможных источников неопределенности удобно пользоваться следующей классификацией ошибок, связанных со структурой модели:

- функциональные (ошибки в представлении о процессе);
- ошибки, источником которых служит техника моделирования (ошибки описания процессов, ошибки, связанные с неверной аппроксимацией процессов, ошибки несоответствия масштаба, ошибки агрегации моделей);
- технические ошибки (численные ошибки, ошибки программирования).

7.15. Для уменьшения неопределенности и снижения вариабельности показателей могут проводиться дополнительные исследования с выделением

приоритетных направлений, позволяющих с наибольшей эффективностью уменьшить общую неопределенность.

7.16. Количественный анализ неопределенностей может осуществляться с использованием нескольких подходов, обобщенных в табл. 7.1.

Таблица 7.1

Подходы к количественному анализу неопределенностей

Подход	Описание	Примеры
Анализ чувствительности	Изменение одной из переменных при постоянных значениях всех других переменных для оценки ее влияния на конечный результат	Фиксирование вводимой переменной на ее нижней, а затем верхней границе при неизменном значении других переменных, находящихся, например, на медианном уровне.
Аналитическое воспроизведение неопределенностей	Проверка того, как неопределенности в отдельных параметрах влияют на общую неопределенность оценки экспозиции	Аналитическая или числовая характеристика изменений уравнения экспозиции при изменении каждого из входных параметров
Вероятностный анализ	Варьирование каждой из входных переменных на различных уровнях их вероятностного распределения	Оценка функции плотности вероятности для каждого параметра, случайный отбор значений из каждого распределения и их введение в уравнение экспозиции (метод Монте Карло)
Классические статистические методы	Оценка распределения экспозиций непосредственно в популяции, основанная на измеренных значениях, полученных в репрезентативных выборках	Расчет оценок доверительных интервалов для различных перцентилей распределения экспозиций

7.17. Приведенные в табл. 7.1 методы чаще всего используются в процессе общего углубленного анализа всех неопределенностей полученных оценок риска. Такой анализ осуществляется на этапе характеристики риска и обобщения итоговых результатов.

87

Приложение 1
 к Р 2.1.10.3968 -23

Таблица П1.1

Референтные дозы при хроническом пероральном поступлении

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
630-20-6	1,1,1,2-Тетрахлорэтан	0,03	Печень, мочеполовая система (далее — МПС)
71-55-6	1,1,1-Трихлорэтан	2	Системное (масса тела)
79-34-5	1,1,2,2-Тетрахлорэтан	0,02	Печень
598-77-6	1,1,2-Трихлорпропан	0,005	Печень, почки, эндокринная сист. (щитовид. железа)
79-00-5	1,1,2-Трихлорэтан	0,004	Иммунная сист., кровь
57-14-7	1,1-Диметилгидразин	0,0001	Глаза
75-34-3	1,1-Дихлорэтан	0,2	МПС
75-35-4	1,1-Дихлорэтилен	0,05	Печень
76-13-1	1,2,2-Трифтор-1,1,2-трихлорэтан	30	Нервная сист.
87-61-6	1,2,3-Трихлорбензол	0,0008	Масса тела, печень, эндокринная сист. (щитовид. железа)
96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	0,004	Печень
96-19-5	1,2,3-Трихлорпропен	0,003	Масса тела
95-94-3	1,2,4,5-Тетрахлорбензол	0,0003	Почки
615-54-3	1,2,4-Трибромбензол	0,005	Печень
95-63-6	1,2,4-Триметилбензол	0,01	Нервная сист.
120-82-1	1,2,4-Трихлорбензол	0,01	Эндокринная сист. (надпочечники)
106-93-4	1,2-Дибромэтан	0,009	Эндокринная сист., репродуктивная сист., печень
528-29-0	1,2-Динитробензол	0,0001	Иммунная сист.
95-50-1	1,2-Дихлорбензол	0,09	-
78-87-5	1,2-Дихлорпропан	0,04	Костная сист.
107-06-2	1,2-Дихлорэтан	0,006	Почки
540-59-0	1,2-Дихлорэтилен	0,009	Печень
108-67-8	1,3,5-Триметилбензол	0,01	Нервная сист.
25167-70-8	2,4,4-триметилпентен	0,01	Печень
99-35-4	1,3,5-Тринитробензол	0,03	Кровь
99-65-0	1,3-Динитробензол	0,0001	Иммунная сист.
142-28-9	1,3-Дихлорпропан	0,02	Печень, почки
542-75-6	1,3-Дихлорпропен	0,03	Желудочно-кишечный тракт (далее — ЖКТ)
106-37-6	1,4-Дибромбензол	0,01	Печень
100-25-4	1,4-Динитробензол	0,0001	Иммунная сист.
123-91-1	1,4-Диоксан	0,03	Печень, почки
123-31-9	1,4-Диоксибензол	0,04	Кровь, почки
505-29-3	1,4-Дитиан	0,01	Нервная сист., органы дыхания
106-46-7	1,4-Дихлорбензол	0,07	Печень
71-36-3	1-Бутанол	0,1	Нервная сист.
7173-51-5	1-Деканаминий, N-децил-N, N-диметил-, хлорид	0,1	Системное
90-12-0	1-Метилнафталин	0,07	Органы дыхания
107-98-2	1-Метокси-2-пропанол	0,7	-
86-87-3	1-Нафталинукусная кислота	0,25	Системное

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
556-88-7	1-Нитрогуанидин	0,1	Развитие, системное
109-69-3	1-Хлорбутан	0,04	Органы дыхания, системное
112-34-5	2-(2-Бутоксизтокси)этанол	0,03	Кровь
148-79-8	2-(4-Тиазолил)-бензимидазол (тиабендазол + соль)	0,1	Масса тела, печень
21564-17-0	2-(Тиоцианометилтио)бензо(d)1,3- тиазол	0,01	Масса тела, кровь, репродуктивная сист.
111-90-0	2-(Этоксизтокси)этанол	0,06	Почки, печень
302-17-0	2,2,2-Трихлорэтандиол	0,1	Нервная сист., ЖКТ
91-53-2	2,2,4-Триметил-6-этокси-1,2- дигидрохинолин	0,04	Печень
72-55-9	2,2-Бис(п-хлорфенил)-1,1- дихлорэтилен	0,0003	Печень
108-60-1	2,2'-Дихлоризопропиловый эфир	0,04	Кровь
75-99-0	2,2-Дихлорпропионовая кислота	0,03	Почки
70-30-4	2,2'-Метиленбис(3,4,6-трихлорфенол)	0,0003	Нервная сист., ЖКТ
58-90-2	2,3,4,6-Тетрахлорфенол	0,03	Печень
1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордibenzo-п-диоксин	0,0000000 007	Эндокринная сист., репродуктивная сист., развитие
616-23-9	2,3-Дихлор-1-пропанол	0,003	Печень, МПС, серд.-сос.сист.
765-34-4	2,3-Эпоксипропаналь	0,0004	Эндокринная сист., МПС, кровь, системное
93-76-5	2,4,5-Трихлорфеноксиуксусная кислота	0,01	МПС
95-95-4	2,4,5-Трихлорфенол	0,1	Печень, почки
118-96-7	2,4,6-Тринитротолуол	0,0005	Печень
88-89-1	2,4,6-Тринитрофенол	0,002	Кровь
88-06-2	2,4,6-Трихлорфенол	0,001	Репродуктивная сист.
94-75-7	2,4-Д	0,01	Кровь, печень, почки
105-67-9	2,4-Диметилфенол	0,02	Нервная сист., кровь
121-14-2	2,4-Динитротолуол	0,002	Нервная сист., кровь, печень
51-28-5	2,4-Динитрофенол	0,002	Глаза
120-83-2	2,4-Дихлорфенол	0,003	Иммунная сист.
576-26-1	2,6-Диметилфенол	0,0006	Иммунная сист., печень, почки, системное
606-20-2	2,6-Динитротолуол	0,0003	Селезенка
823-40-5	2,6-Голуолдиамин	0,03	Системное (масса тела)
78-92-2	2-Бутанол	2	Развитие
78-93-3	2-Бутанон	0,6	Развитие
111-76-2	2-Бутоксизэтанол	0,1	Кровь
591-78-6	2-Гексанон	0,005	Нервная сист.
88-85-7	2-Изобутил-4,6-динитрофенол	0,001	Развитие
149-30-4	2-Меркаптобензотиазол	0,004	Печень
98-06-6	2-Метил-2-фенилпропан	0,01	Почки
534-52-1	2-Метил-4,6-динитрофенол	0,00008	Глаза (катаракта), системное
91-57-6	2-Метилнафталин	0,004	Органы дыхания
95-70-5	2-Метил-п-фенилендиамин	0,0002	Печень
95-48-7	2-Метилфенол	0,05	Нервная сист., системное
109-86-4	2-Метоксизэтанол	0,005	Развитие
110-49-6	2-Метоксизтилацетат	0,008	Развитие
88-74-4	2-Нитроанилин	0,01	Развитие
88-72-2	2-Нитротолуол	0,0009	Иммунная сист.
98-83-9	2-Фенил-1-пропен	0,07	Печень, почки
126-99-8	2-Хлорбута-1,3-Диен	0,02	Волосы, системное

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
91-58-7	2-Хлорнафталин	0,08	Системное, печень, органы дыхания
95-49-8	2-Хлортолуол	0,02	Системное
95-57-8	2-Хлорфенол	0,005	Репродуктивная сист.
110-80-5	2-Этоксизтанол	0,09	Эндокринная сист.
111-15-9	2-Этоксизтилацетат	0,1	Эндокринная сист.
95-65-8	3,4-Диметилфенол	0,001	Иммунная сист., серд.-сос.сист., печень, почки, системное
1702-17-6	3,6-Дихлорпиридин-2-карбоновая кислота	0,15	ЖКТ
591-27-5	3-Аминофенол (Aminophenol, m-)	0,08	Системное
95-55-6	Aminophenol, o-	0,004	-
108-39-4	3-Метилфенол	0,05	Нервная сист.
123-33-1	3-Оксипиридазон-6	0,5	МПС
96-12-8	3-Хлор-1,2-дибромпропан	0,0002	Эндокринная сист.
90-98-2	4,4'-Дихлорбензофенон	0,009	-
80-07-9	4,4'-Дихлордифенилсульфон	0,0008	Печень
80-05-7	4,4'-Изопропилидендифенол (Bisphenol A)	0,05	Масса тела
101-14-4	4,4'-Метиленбис(2-хлоранилин)	0,002	Печень
72-54-8	4,4'-Тетрахлордифенилэтан DDD, p,p' - (DDD)	0,00003	Печень
100-01-6	4-Нитроанилин	0,004	Иммунная сист.
99-99-0	4-Нитротолуол	0,004	Иммунная сист.
106-47-8	4-Хлоранилин	0,004	Иммунная сист.
122-88-3	4-Хлорфеноксиуксусная кислота; 4-CPA	1,32	-
121-69-7	N,N-Диметиланилин	0,002	Иммунная сист., кровь, другие
68-12-2	N,N-Диметилформамид	0,1	Печень
148-18-5	N,N-Диэтилдитиокарбамат натрия	0,03	Масса тела
617-84-5	N,N-Диэтилформамид	0,001	-
479-45-8	N-Метил-2,4,6,N-тетранитроанилин	0,002	Кровь
62-75-9	N-Нитрозодиметиламин	0,000008	Развитие
133-07-3	N-Трихлорметилтиофталимид	0,09	Печень, масса тела
71751-41-2	Абамектин	0,0025	Репродуктивная сист.
3383-96-8	Абат (Темефос)	0,02	Печень
65195-55-3	Авермектин В1	0,0004	Развитие
86-50-0	Азинфос-метил	0,0015	Нервная сист.
43121-43-3	Азоцен	0,03	Кровь, системное
79-06-1	Акриламид	0,002	Нервная сист.
79-10-7	Акриловая кислота	0,5	Развитие
107-13-1	Акрилонитрил	0,04	Кровь
107-02-8	Акролеин	0,0005	Системное
1596-84-5	Алар	0,15	-
15972-60-8	Алахлор	0,01	Кровь
1646-88-4	Алдоксикарб	0,001	Нервная сист.
309-00-2	Алдрин	0,00003	Печень
74223-64-6	Метсульфурон метил	0,25	Масса тела
107-18-6	Аллиловый спирт	0,005	Печень, МПС
116-06-3	Альдикарб	0,001	Нервная сист.
1646-87-3	Альдикарб сульфоксид (по альдикарбу)	0,001	Нервная сист.
319-84-6	альфа-Линдан	0,008	Печень
7429-90-5	Алюминий	1	Нервная сист.

90

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
20859-73-8	Алюминий фосфид	0,0004	Масса тела
39148-24-8	Алюминий этилфосфит	3	Репродуктивная сист.
67485-29-4	Гидраметилнон (Амдро)	0,0003	Печень, системное
834-12-8	Аметрин	0,009	Печень
133-90-4	Амибен (Хлорамбен)	0,015	Печень
6484-52-2	Аммоний нитрат	1,6	Кровь
7790-98-9	Аммоний перхлорат	0,0007	Эндокринная сист.
7773-06-0	Аммоний сульфамат	0,2	Системное (масса тела)
62-53-3	Анилин	0,007	Иммунная сист., кровь
120-12-7	Антрацен	0,3	-
69327-76-0	Апплауд (Бупрофезин)	0,033	Эндокринная сист.(щитов.железа)
74115-24-5	Апполо	0,013	Эндокринная сист., печень
140-57-8	Арамит	0,05	Печень
12674-11-2	Арохлор 1016	0,00007	Развитие
11097-69-1	Арохлор 1254	0,00002	Иммунная сист., кожа, глаза
81405-85-8	Имазаметабенз-метил (Ассерт)	0,25	-
3337-71-1	Асулам	0,05	Репродуктивная сист., печень
1912-24-9	Атразин	0,035	Масса тела
83-32-9	Аценафтен	0,06	Печень
67-64-1	Ацетон	0,9	Почки
98-86-2	Ацетофенон	0,1	Системное
34256-82-1	Ацетохлор	0,02	Нервная сист., репродуктивная сист., печень, МПС, кровь
30560-19-1	Ацефат	0,0012	Нервная сист.
62476-59-9	Ацифлуорфен, натриевая соль	0,013	Развитие, МПС, системное
333-41-5	Базудин (Диазинон)	0,0007	Нервная сист.
68359-37-5	Байтроид	0,025	МПС, системное
1918-00-9	Банвел	0,03	Развитие, системное
7440-39-3	Барий и его соединения	0,2	МПС
1861-40-1	Бенефин	0,3	Кровь
100-52-7	Бензальдегид	0,1	Почки, ЖКТ
92-87-5	Бензидин	0,003	Печень, центральная нервная система (далее – ЦНС)
100-44-7	Бензил хлористый	0,002	Серд.-сос.сист
100-51-6	Бензиловый спирт	0,1	Системное
50-32-8	Бенз(а)пирен	0,0003	Развитие
192-97-2	Бензо[е]пирен	0,00009	Развитие
65-85-0	Бензойная кислота	4	-
71-43-2	Бензол	0,004	Иммунная сист.
1163-19-5	Бензол, 1,1'-оксибис[2,3,4,5,6-пентабром]	0,007	Нервная сист.
17804-35-2	Беномил	0,05	Развитие
25057-89-0	Бентазон	0,03	Кровь
7440-41-7	Бериллий и его соединения	0,002	ЖКТ
1304-56-9	Бериллий оксид	0,002	ЖКТ
56-35-9	Бис(трибутилолово)оксид	0,0003	Иммунная сист.
55179-31-2	Битертанол	0,0021	Эндокринная сист. (надпочечники)
149877-41-8	Бифеназат	0,01	Системное
92-52-4	Бифенил	0,5	МПС
42576-02-3	Бифенокс	0,009	МПС
82657-04-3	Бифентрин	0,015	Нервная сист.
10605-21-7	Метил-1Н-бензимидазол-2-	0,0025	-

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
	илкарбамат		
7440-42-8	Бор и его соединения	0,2	Развитие
15541-45-4	Броматы	0,004	МПС
1073-06-9	Бром-3-фторбензол, 1-	0,0003	Печень
460-00-4	1-Бром-4-фторбензол	0,0003	Печень
108-86-1	Бромбензол	0,008	Печень
75-27-4	Бромдихлорметан	0,02	МПС
74-83-9	Бромметан	0,0014	ЖКТ
1689-84-5	Бромоксинил	0,02	-
1689-99-2	Бромоксинилоктаноат	0,02	-
75-25-2	Бромоформ	0,02	Печень
2104-96-3	Бромофос	0,005	Биохим. (холинэстераза – ХЭ)
116255-48-2	Бромукназол	0,009	Печень
506-68-3	Бромциан	0,09	Эндокринная сист., нервная сист., системное (масса тела)
2008-41-5	Бутилат	0,05	Печень
85-68-7	Бутилбензилфталат	0,2	Печень
104-51-8	Бутилбензол	0,05	Печень
85-70-1	Бутилфталилбутилгликолят	1	-
78-48-8	Бутифос	0,0002	Нервная сист.,
94-82-6	Бутоксон (Butanoic acid, 4-(2,4-dichlorophenoxy)-)	0,008	Системное
7440-62-2	Ванадий	0,00007	МПС
1314-62-1	Ванадий пентаксид	0,009	Кожа
36907-42-3	Ванадий сульфат	0,02	-
81-81-2	Варфарин	0,0003	Кровь
1929-77-7	Вернолат	0,001	Масса тела
108-05-4	Винилацетат	1	Почки, системное (масса тела)
25013-15-4	Винилтолуол	0,006	Органы дыхания (полость носа)
75-01-4	Винилхлорид	0,003	Печень
5234-68-4	Витавакс (Carboxin)	0,1	Системное (масса тела), смертность
7664-39-3	Водород фторид	0,04	Зубы, костная сист.
74-90-8	Водород цианид	0,0006	Репродуктивная сист.
7440-33-7	Вольфрам	0,0008	ЖКТ
135-98-8	фтор-Бутилбензол	0,01	-
69806-40-2	Галоксифоп-метил	5,00E-05	Почки, развитие, репродуктивная сист. (фертильность)
100784-20-1	Галосульфурон метил	0,1	Системное
87-82-1	Гексабромбензол	0,002	Печень
51235-04-2	Гексазинон	0,033	Системное (масса тела)
79983-71-4	Гексакназол	0,02	Печень
110-54-3	Гексан	0,06	Нервная сист., репродуктивная сист.
118-74-1	Гексахлорбензол	0,0008	Печень
87-68-3	Гексахлорбутадиен	0,001	МПС
77-47-4	Гексахлорциклопентадиен	0,006	ЖКТ
67-72-1	Гексахлорэтан	0,0007	МПС
142-82-5	Гептан	0,0003	ЖКТ
76-44-8	Гептахлор	0,0005	Печень
1024-57-3	Гептахлорэпоксид	0,000013	Печень
1071-83-6	Глифосат	0,1	Развитие, МПС
101200-48-0	Гранстар	0,008	МПС, биохимические показатели
1861-32-1	Дактал	0,01	Эндокринная сист., МПС, органы дыхания, печень, глаза
39515-41-8	Данитол	0,025	Нервная сист.

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
50-29-3	ДДТ (1,1'-(2,2,2-Трихлорэтилиден)бис[4-хлорбензол])	0,0005	Печень
2675-77-6	Демозан	0,013	Системное
13684-56-5	Десмедирам	0,04	Репродуктивная сист.
103-23-1	Ди(2-этилгексил)адипат	0,6	Развитие, печень, МПС, костная сист., масса тела
117-81-7	Ди(2-этилгексил)фталат	0,02	Печень
132-64-9	Дибензофуран	0,001	Системное (снижение масс тела)
300-76-5	Дибром (налед)	0,002	Нервная сист.
124-48-1	Дибромхлорметан	0,02	Печень
84-74-2	Дибутилфталат	0,1	Системное (увеличение смертности)
1445-75-6	Диизопропилметилфосфонат	0,08	Системное
2764-72-9	Дикват	0,0022	Глаза
94-74-6	Дикотекс	0,0005	Печень, почки
115-32-2	Дикофол	0,0004	Эндокринная сист.
141-66-2	Дикротофос	0,00003	Репродуктивная сист.
756-79-6	Диметилметилфосфонат	0,06	Репродуктивная сист.
120-61-6	Диметилтерефталат	0,1	Почки
55290-64-7	Диметипин	0,02	Печень
39300-45-3	Динокап	0,00038	Глаза
-	Диоксины (хлорированные дибензодиоксины)	1,00E-08	Печень, репродуктивная сист., эндокринная сист., органы дыхания, кровь, развитие
117-84-0	Диоктилфталат	0,02	Печень
298-04-4	Дисульфотон	4,00E-05	Нервная сист.
7446-18-6	Диталлий сульфат	0,00002	Кожа
3347-22-6	Дитианон	0,006	Системное
97886-45-8	Дитиопир	0,0036	Печень, почки
330-54-1	Диурон	0,002	Кровь
957-51-7	Дифенамид	0,03	Печень
43222-48-6	Дифензокват	0,08	Системное
122-39-4	Дифениламин	0,025	Печень, почки, системное
127-63-9	Дифенилсульфон	0,0008	Печень
119446-68-3	Дифенокназол	0,01	Системное (масса тела)
35367-38-5	Дифлубензурон	0,02	Кровь
75-71-8	Дихлордифторметан	0,2	Системное
75-09-2	Дихлорметан	0,006	Печень
37764-25-3	Дихлормид	0,0022	Печень
62-73-7	Дихлорофос	0,0005	Нервная сист.
79-43-6	Дихлоруксусная кислота	0,004	Нервная сист., репродуктивная сист., печень
460-19-5	Цианоген	0,001	Системное
77-73-6	Дициклопентадиен	0,08	Репродуктивная сист.
60-57-1	Дизлдрин	5,00E-05	Печень
111-42-2	Диэтанолламин	0,002	Мпе
60-29-7	Диэтиловый эфир	0,2	Системное (масса тела)
84-66-2	Диэтилфталат	0,8	Системное
7439-89-6	Железо и его соединения	0,7	ЖКТ
156052-68-5	Зоксамид	0,48	Системное
78-83-1	Изобутанол	0,3	Нервная сист.
82558-50-7	Изоксабен	0,05	Печень, почки, серд.-сос.сист.
33820-53-0	Изопропалин	0,015	Кровь, системное
67-63-0	Изопропанол	2	Развитие

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
98-82-8	Изопропилбензол	0,1	Почки
1832-54-8	Изопропилметилфосфонат	0,1	-
25311-71-1	Изофенфос	0,00008	Развитие
78-59-1	Изофорон	0,2	Почки
51338-27-3	Иллоксан	0,0023	Системное
35554-44-0	Имазалил	0,013	Системное
81335-37-7	Имазахин	0,25	Иммунная сист., кровь, печень, системное
138261-41-3	Имидаклоприд	0,08	Эндокринная сист. (щитовид. железа)
732-11-6	Имидан	0,02	Нервная сист., печень
36734-19-7	Ипродион	0,04	Репродуктивная сист., кровь
7553-56-2	Йод	0,01	Эндокринная сист.
7440-43-9	Кадмий и его соединения	0,0005	Почки
75-60-5	Какодиловая кислота	0,014	Системное
7758-01-2	Калий бромат	0,004	Почки
506-61-6	Калий серебро цианид	0,005	Репродуктивная сист.
151-50-8	Калий цианид	0,002	Репродуктивная сист.
7778-44-1	Кальций арсенат (по мышьяку)	0,0000035	Развитие, серд.-сос.сист., нервная сист., органы дыхания, кожа
592-01-8	Кальций цианид	0,001	Репродуктивная сист.
16672-87-0	Кампозан	0,005	Нервная сист.
105-60-2	Капролактамы	0,5	Развитие
133-06-2	Каптан	0,13	Системное (масса тела), развитие
2425-06-1	Каптафол	0,002	МПС
63-25-2	Карбарил	0,1	Печень, МПС
55285-14-8	Карбосульфам	0,01	Системное (масса тела)
1563-66-2	Карбофуран	0,005	Нервная сист., репродуктивная сист.
128639-02-1	Карфентразон-этил	0,03	Системное
13071-79-9	Каунтер	2,00E-05	Биохим. (ХЭ)
13593-03-8	Квиналфос	0,0005	Биохим. (ХЭ)
143-50-0	Кепон	0,0003	МПС
99129-21-2	Клетодим	0,3	Системное
81777-89-1	Кломазон	0,84	Системное
7440-48-4	Кобальт	0,0003	Эндокринная сист.
56-72-4	Корал (Coumaphos)	0,0003	Нервная сист.
1319-77-3	Крезол	0,1	Органы дыхания
123-73-9	Кротональдегид	0,001	ЖКТ
1330-20-7	Ксилолы (смесь изомеров)	0,2	Системное
95465-99-9	Кубазофос Cadusafos	0,000001	Нервная сист.
77501-63-4	Лактофен	0,002	Печень
55512-33-9	Лентагран Pyridate	0,11	Системное
58-89-9	Линдан	0,0003	Печень, почки
330-55-2	Линурон	0,002	Кровь, печень
7439-93-2	Литий	0,002	Системное
83055-99-6	Лондакс	0,2	Печень
541-25-3	Люизит	0,000005	Системное (смертность)
121-75-5	Малатион	0,02	Нервная сист.
108-31-6	Малеиновый ангидрид	0,1	МПС
109-77-3	Малононитрил	0,0001	Печень
12427-38-2	Манеб	0,005	Эндокринная сист.

94

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
8018-01-7	Манкоцеб	0,016	Эндокринная сист. (щитовид. железа)
7439-96-5	Марганец и его неорг, соединения (diet)	0,14	Нервная сист.
8018-01-7	Марганец и его неорг, соединения (Non-diet)	0,024	Нервная сист.
8012-95-1	Масла минеральные нефтяные	3	ЖКТ
7440-50-8	Медь	0,04	ЖКТ
10103-61-4	Медь арсенат	0,0000035 (по мышьяку)	Развитие, серд.-сос.сист., нервная сист., органы дыхания, кожа
544-92-3	Медь цианид	0,005	Печень, МПС, системное
104206-82-8	Мезотрион	0,71	Развитие
93-65-2	Мекопроп	0,001	Почки
57837-19-1	Металаксил	0,06	Печень
10265-92-6	Метамидофос	0,00005	Нервная сист.
67-56-1	Метанол	2	Развитие
67-56-1	Метафос	0,00025	Нервная сист., кровь
950-37-8	Метидатион	0,0015	Печень
950-37-8	Метилакрилат	0,03	-
79-20-9	Метил ацетат	1	ЦНС
80-62-6	Метилметакрилат	1,4	Другое (системное)
993-13-5	Метилфосфоновая кислота	0,06	Репродуктивная сист.
108-87-2	Метилциклогексан	3	Почки
161050-58-4	Метоксифенозид	0,1	Системное
72-43-5	Метоксихлор	0,005	Развитие
51218-45-2	Метолахлор	0,15	Репродуктивная сист., системное
16752-77-5	Метомил	0,025	Иммунная сист., МПС
21087-64-9	Метрибуцин	0,025	Печень, почки, системное
950-10-7	Мефосфолан	0,00009	Печень, почки, биохим. (ХЭ)
2385-85-5	Мирекс	0,0002	Печень, эндокринная сист. (щитовидн. железа)
108-38-3	м-Ксилол	0,2	Системное
7439-98-7	Молибден	0,005	Почки
2212-67-1	Молинат	0,002	Репродуктивная сист.
10599-90-3	Монохлорамин	0,1	Системное
64-18-6	Муравьиная кислота	0,9	Репродуктивная сист.
7440-38-2	Мышьяк и его неорганические соединения (включая арсин)	0,0000035	Развитие, серд.-сос.сист., нервная сист., органы дыхания, кожа
15299-99-7	Напропамид	0,12	Репродуктивная сист.
26628-22-8	Натрий азид	0,004	Системное
13718-26-8	Натрий метаванадат	0,001	Почки
62-74-8	Натрий фторацетат	0,00002	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
7681-49-4	Натрий фторид	0,05	Мышечная сист.
7758-19-2	Натрий хлорит	0,03	Развитие, ЦНС
143-33-9	Натрий цианид	0,001	Репродуктивная сист.
91-20-3	Нафталин	0,02	Системное
7440-02-0	Никель и его соединения	0,02	Системное
111991-09-4	Никосульфурон	1,25	Системное
1929-82-4	Нитрапирин	0,03	Печень
14797-55-8	Нитраты	1,6	Кровь
14797-65-0	Нитриты	0,1	Кровь
98-95-3	Нитробензол	0,002	Кровь
55-63-0	Нитроглицерин	0,0001	Кровь
111-84-2	Нонан	0,0003	ЖКТ

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
27314-13-2	Норфлуразон	0,0015	Печень
85509-19-9	Нустар (Флусилазол)	0,002	Печень
3689-24-5	О,О,О',О'-Тетраэтилпирофосфат	0,0005	Нервная сист.
78-42-2	О,О,О'-Трис(2-этилгексил)фосфат	0,1	Гиперплазия фолликулярных клеток
23135-22-0	Оксамил	0,025	Системное
301-12-2	Оксидеметонметил	0,0001	Нервная сист.
95-47-6	о-Ксилол	0,2	Системное
42874-03-3	Оксифлуорфен	0,04	Печень
32536-52-0	Октабромдифениловый эфир	0,003	Печень
152-16-9	Октаметил (октаметилпирофосфорамид)	0,002	Кровь
2691-41-0	Октоген	0,05	Печень
7440-31-5	Олово	0,6	Печень, почки
88-73-3	о-Нитрохлорбензол	0,003	МПС
19044-88-3	Оризалин	0,14	Эндокринная сист., печень, МПС
76738-62-0	Паклобутазол	0,013	Печень
1910-42-5	Паракват дихлорид (Паракват)	0,0045	Органы дыхания
56-38-2	Паратион	0,00003	Нервная сист.
40487-42-1	Пендиметалин	0,3	Печень
32534-81-9	Пентабромдифенилоксид	0,002	Печень
109-66-0	Пентан-н	1,0	Системное (масса тела)
608-93-5	Пентахлорбензол	0,0008	Печень, почки
82-68-8	Пентахлорнитробензол	0,003	Печень
87-86-5	Пентахлорфенол	0,005	Печень
52645-53-1	Перметрин	0,05	Печень
51-03-6	Пиперонилбутоксид	0,16	Системное
175013-18-0	Пиракlostробин	0,034	Системное
129-00-0	Пирен	0,03	Почки
110-86-1	Пиридин	0,001	Печень
53112-28-0	Пириметанил	0,17	Системное
29232-93-7	Пиримифос-метил	0,0007	Нервная сист.
95737-68-1	Пирипроксифен	0,35	Системное
131860-33-8	Пироксистробин	0,18	Системное
106-42-3	п-Ксилол	0,2	Системное
100-00-5	п-Нитрохлорбензол	0,0007	Кровь
9006-42-2	Поликарбацин	0,0004	Нервная сист.
741-58-2	Префар	0,005	Системное
86209-51-0	Примисульфурон-метил	0,25	Системное
1610-18-0	Прометон	0,015	Системное
7287-19-6	Прометрин	0,04	Иммунная сист., печень, МПС, кровь
23950-58-5	Пронамид	0,075	Печень, репродуктивная сист.
139-40-2	Пропазин	0,02	Системное (масса тела)
25606-41-1	Пропамокарб	0,12	Системное
57-55-6	Пропан-1,2-диол	20	Кровь
709-98-8	Пропанид	0,005	Иммунная сист.
107-19-7	Пропаргиловый спирт	0,002	Печень, почки
2312-35-8	Пропаргит	0,04	Развитие, костно-мышечная сист., системное
31218-83-4	Пропетамфос	0,0005	Биохим. (ХЭ), нервная сист.
60207-90-1	Пропиканозол	0,1	ЖКТ
103-65-1	Пропилбензол	0,1	Печень, почки
75-56-9	Пропилен оксид	0,001	Кожа
114-26-1	Пропоксур	0,004	Нервная сист.

96

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
94125-34-5	Просульфурон	0,053	Системное
41198-08-7	Профенофос	0,00012	Нервная сист.
26399-36-0	Профлуралин	0,006	-
67747-09-5	Прохлорац	0,009	Печень
81335-77-5	Пурсуит	0,25	Кровь
98-56-6	п-Хлорбензотрифторид	0,003	Печень
1918-16-7	Рамрод	0,013	Печень, системное
10453-86-8	Ресметрин	0,03	Репродуктивная сист.
122931-48-0	Римсульфурон	0,118	Печень, системное (масса тела)
50471-44-8	Винклозолин (Ронилан)	0,0012	Эндокринная сист., МПС
299-84-3	Роннель	0,05	Печень
19666-30-9	Ронстар	0,005	Печень, кровь
83-79-4	Ротенон	0,004	Развитие
7439-97-6	Ртуть и ее неорганические соединения	0,00016	Нервная сист., развитие, почки
1344-48-5	Ртуть сульфид	0,00016	Нервная сист., развитие, почки
22967-92-6	Ртуть(1+)метил-ион	0,0001	Нервная сист., развитие
7487-94-7	Ртуть(II)хлорид	0,0003	Иммунная сист., МПС
78587-05-0	Савей	0,025	Эндокринная сист., кровь
96489-71-3	Pyridaben (Санмайт)	0,022	Системное
7782-49-2	Селен	0,005	Нервная сист., кровь, кожа
7446-34-6	Селен сульфид	0,005	Печень, серд.-сос.сист., нервная сист.
7783-00-8	Селеновая кислота	0,005	Нервная сист., кровь, кожа
630-10-4	Селеномочевина (по селену)	0,005	Нервная сист., кровь, кожа
7440-22-4	Серебро металлическое	0,005	Кожа
506-64-9	Серебро цианид	0,1	Нервная сист., эндокринная сист. (щитовид. железа)
75-15-0	Сероуглерод	0,1	Развитие (плод, уродства)
74051-80-2	Сетоксидим	0,14	Печень
93-72-1	Сильбекс	0,008	Печень
122-34-9	Симазин	0,005	Кровь
88671-89-0	Систан	0,025	Репродуктивная сист. (семенники)
131929-60-7	Спиносад 1	0,0249	Эндокринная сист.
100-42-5	Стирол	0,02	Печень, кровь
57-92-1	Стрептомицин сульфат	0,05	Системное
57-24-9	Стрихнин	0,0003	Системное (патология органов)
7440-24-6	Стронций	0,6	Костная сист
122836-35-5	Сульфентразон	0,14	Репродуктивная сист.
81591-81-3	Сульфозат	0,083	Нервная сист.
26002-80-2	Сумитрин	0,07	Печень, эндокринная сист. (надпочечники)
7440-36-0	Сурьма	0,0004	Кровь
1314-60-9	Сурьмы(V) оксид	0,0004	Кровь
1332-81-6	Сурьма тетроксид	0,0004	Кровь
1309-64-4	Сурьма трехокись	0,0004	Кровь
33089-61-1	Тактик (Амитраз)	0,0025	Кровь
107534-96-3	Тебуконазол	0,029	Нервная сист., развитие, системное
112410-23-8	Тебуфенозид	0,02	Системное
5902-51-2	Тербацил	0,013	Печень, эндокринная сист. (щитовид. железа)
34014-18-1	Тербутиурон	0,07	Системное (масса тела)
886-50-0	Тербутрин	0,001	Кровь
100-21-0	Терефталевая кислота	0,5	Репродуктивная сист.

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
2593-15-9	Терракур	0,006	Системное
109-99-9	Тетрагидрофуран	0,9	Развитие
112281-77-3	Тетраконазол	0,0073	Почки
56-23-5	Тетрахлорметан	0,004	Печень
127-18-4	Тетрахлорэтилен	0,006	Нервная сист., глаза
111988-49-9	Тиаклоприд	0,004	Системное
153719-23-4	Тиаметоксам	0,012	Репродуктивная сист.
142459-58-3	Тиафлуамид	0,0017	Развитие
1114-71-2	Тиллам	0,0007	Системное
298-02-2	Тимет	0,00017	Нервная сист.
28249-77-6	Тиобенкарб	0,01	МПС
23564-05-8	Тиофанат-метил	0,027	Эндокринная сист., репродуктивная сист., системное
39196-18-4	Тиофанокс	0,0003	Биохим. (ХЭ)
108-98-5	Тиофенол	0,001	МПС
2104-64-5	Тиофосфовая кислота, фенил-О-этил-О-(4-нитрофенил) эфир	0,00001	Нервная сист.
463-56-9	Тиоцианат(ы)	0,0002	Эндокринная сист.
137-26-8	ТМТД (Тирам)	0,005	Нервная сист.
8001-35-2	Токсафен	0,00009	Эндокринная сист.
731-27-1	Толилфлуанид	0,026	Системное (масса тела), печень
108-88-3	Толуол	0,08	МПС
66841-25-6	Тралометрин	0,0075	Системное
156-60-5	транс-1,2-Дихлорэтилен	0,02	Иммунная сист.
1582-09-8	Трефлан	0,0075	Печень, кровь
115-96-8	Три(2-хлорэтил)фосфат	0,007	Печень, МПС
55219-65-3	Триадименол	0,0034	Нервная сист.
2303-17-5	Триаллат	0,013	Печень, селезенка
82097-50-5	Триасульфурон	0,01	Печень
126-73-8	Трибутилфосфат	0,01	Другое (слюнотечение)
58138-08-2	Тридифан	0,003	Репродуктивная сист., развитие
76-87-9	Трифениловогогидроксид (ТРТН)	0,001	Кровь
791-28-6	Трифенилфосфиноксид	0,02	Биохим. (ХЭ)
141517-21-7	Трифлосистробин	0,038	Системное
68694-11-1	Трифлумизол	0,0117	Печень
126535-15-7	Трифлусульфурон-метил	0,0244	Системное
26644-46-2	Трифурин	0,22	Системное
76-03-9	Трихлоруксусная кислота	0,02	Печень
75-69-4	Трихлорфторметан	0,3	Органы дыхания, серд.-сос.сист., другие
79-01-6	Трихлорэтилен	0,0005	Развитие, иммунная сист.
1314-84-7	Трицинк дифосфид	0,0003	Системное (масса тела, потребление пищи)
94-81-5	Тропотокс	0,0044	Репродуктивная сист., печень, почки
83657-17-4	Униконазол	0,02	Печень
7440-61-1	Уран, растворимые в воде соединения	0,003	Почки, масса тела
84087-01-4	Квинклорак	0,38	Системное
161326-34-7	Фенамидон	0,028	Эндокринная сист. (щитовид.железа)
22224-92-6	Фенамифос	0,00025	Нервная сист.
60168-88-9	Фенаримол	0,006	Репродуктивная сист.
114369-43-6	Фенбуконазол	0,03	Системное
13356-08-6	Фенбутатиноксид	0,05	Репродуктивная сист.
51630-58-1	Фенвалерат (Pydrin)	0,025	Нервная сист.

98

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
108-45-2	Фенилен-1,3-диамин	0,006	Печень
106-50-3	Фенилен-1,4-диамин	0,001	Печень, почки
62-38-4	Фенилмеркурацетат	0,00008	МПС
122-14-5	Фенитроцион	0,00013	Системное
13684-63-4	Фенмедифам	0,24	Системное
108-95-2	Фенол	0,3	Системное
134098-61-6	Фенпироксимат	0,01	Системное
55-38-9	Фентион	0,00007	Нервная сист.
14484-64-1	Фербам	0,015	Системное
77182-82-2	Финал (Глюфосинат-аммоний)	0,006	Нервная сист.
120068-37-3	Фипронил	0,0002	Системное
79622-59-6	Флуазинам	0,011	Системное
69409-94-5	Флувалинат	0,01	Кожа, системное
98967-40-9	Флуметсулам	1	Системное
87546-18-7	Флумиклорак-пентил	1	Системное
2164-17-2	Флуометурон	0,013	Селезенка
206-44-0	Флуорантен	0,04	Печень, МПС
86-73-7	Флуорен	0,04	Кровь
59756-60-4	Флуоридон	0,08	Репродуктивная сист., МПС, глаза
56425-91-3	Флураниримидол	0,04	Печень, системное
66332-96-5	Флутоланил	0,5	Репродуктивная сист., печень, системное
2310-17-0	Фозалон	0,002	Системное
72178-02-0	Фомезафен, натриевая соль	0,01	Печень
944-22-9	Фонофос	0,002	Нервная сист., печень
50-00-0	Формальдегид	0,2	ЖКТ, МПС, системное
7786-34-7	Фосдрин (Мевинфос)	0,000025	Нервная сист.
60-51-5	Фосфамид	0,0022	Нервная сист.
7803-51-2	Фосфин	0,0003	Системное (масса тела)
7723-14-0	Фосфор белый	0,00002	Репродуктивная сист., кожа
961-11-5	Фосфорная кислота, 2-хлор-1-(2,4,5-трихлорфенил)винил, диметиловый эфир	0,03	Нервная сист., печень, почки, системное
87674-68-8	Фронтьер	0,05	Системное
85-44-9	Фталевый ангидрид	2	Почки, органы дыхания
7782-41-4	Фтор (Фториды растворимые)	0,06	ЖКТ
16984-48-8	Фториды твердые	0,04	Зубы, костная сист.
7664-39-3	Фтористоводородная кислота	0,04	Зубы, костная сист.
-	Фтористые соединения, плохо растворимые в воде	0,04	Зубы, костная сист.
67-20-9	Фурадонин	0,07	Репродуктивная сист. (семенники)
110-00-9	Фуран	0,001	Печень
121776-33-8	Фуриазол	0,0009	Системное
66441-23-4	Феноксапроп-этил	0,0025	Репродуктивная сист.
98-01-1	Фурфурол	0,003	Печень
7782-50-5	Хлор	0,1	Слизистые, иммунная сист.
10049-04-4	Хлор диоксид	0,03	Развитие, ЦНС
510-15-6	Хлорбензилат	0,02	Системное (масса тела, потребление пищи), ЦНС
108-90-7	Хлорбензол	0,02	Печень
5103-71-9	Хлордан(альфа)	0,0005	Печень
5103-74-2	Хлордан(гамма)	0,0005	Печень
12789-03-6	Хлордан технический	0,0005	Печень
90982-32-4	Хлоримурон-этил	0,09	Кровь

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
101-21-3	хлорпрофам	0,005	Почки, селезенка, печень, костный мозг
74-87-3	Хлорметан	0,13	Нервная сист.
1897-45-6	Хлороталонил	0,015	Почки
67-66-3	Хлороформ	0,01	Печень
52-68-6	Хлорофос (Trichlorfon)	0,00007	Нервная сист.
2921-88-2	Хлорпирифос	0,001	Нервная сист.
5598-13-0	Хлорпирифос метил	0,00033	Нервная сист.
64902-72-3	Хлорсульфурон	0,05	Системное (снижение масса тела)
60238-56-4	Хлортиофос	0,0008	-
79-11-8	Хлоруксусная кислота	0,002	Серд.-сос.сист.
122453-73-0	Хлорфенапир (пират)	0,05	Системное
470-90-6	Хлорфенвинфос	0,0007	ЦНС
999-81-5	Хлорхолинхлорид	0,05	Системное
506-77-4	Хлорциан	0,05	Эндокринная сист., нервная сист., системное
54593-83-8	Хлорэтоксифос	0,00005	Нервная сист.
-	Хром (VI) и его соединения	0,003	Система крови
21725-46-2	Цианазин	0,002	Кровь, системное (масса тела, потребление пищи)
420-04-2	Цианамид	0,002	Системное
57-12-5	Цианиды, свободный	0,0006	Репродуктивная сист.
68085-85-8	Цигалотрин	0,001	Развитие, системное
113136-77-9	Цикланилид	0,002	Репродуктивная сист.
1134-23-2	Циклоат	0,005	Нервная сист.
108-94-1	Циклогексанон	5	Системное (масса тела)
108-91-8	Циклогексиламин	0,2	Репродуктивная сист. (семенники)
121-82-4	Циклонит	0,004	Нервная сист.
12122-67-7	Цинеб	0,05	Эндокринная сист. (щитовид. железа)
7440-66-6	Цинк и его соединения	0,3	Иммунная сист., кровь
557-21-1	Цинк цианид	0,05	Эндокринная сист., нервная системы, масса тела
52315-07-8	Циперметрин	0,01	ЖКТ
121552-61-2	Ципродинил	0,027	Печень
113096-99-4	Ципроконазол	0,01	Печень
94361-06-5	Ципроконазол (SAN 619F)	0,01	Печень
137-30-4	Цирам	0,0053	Системное (масса тела)
66215-27-8	Циромазин	0,0075	Кровь
156-59-2	цис-1,2-Дихлорэтилен	0,002	МПС
115-29-7	Эндосульфат	0,006	Почки, серд.-сос.сист, системное
1031-07-8	Эндосульфат сульфат	0,006	Почки, серд.-сос.сист, системное
145-73-3	Эндоталл	0,02	ЖКТ
129-67-9	Эндоталл,натриевая соль	0,02	ЖКТ
72-20-8	Эндрин	0,0003	Нервная сист., печень
106-89-8	Эпихлоргидрин	0,006	Репродуктивная сист.
759-94-4	Эптам	0,025	Серд.-сос.сист.
140-88-5	Этилакрилат	0,005	ЖКТ
141-78-6	Этилацетат	0,9	Системное
100-41-4	Этилбензол	0,1	Печень, почки
107-21-1	Этиленгликоль	2	Почки
107-15-3	Этилендиамин	0,09	МПС, печень
2439-10-3	Додин	0,02	Эндокринная сист. (щитовид. железа)
563-12-2	Бис(S-(дизетоксифосфинотиоил) меркапто)метан	0,0005	Нервная сист.
96-45-7	Этилентиомочевина	0,00008	Эндокринная сист.

100

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
84-72-0	Этилфталилэтилгликолят	3	МПС
68631-49-2	2,2',4,4',5,5'- Гексабромдифениловый эфир	0,0002	Нервная сист.
60348-60-9	1,2,4-Трибром-5-(2,4-дибромфенокси)бензол	0,0001	Нервная сист.
1918-02-1	Пиклорам	0,07	Печень
122-42-9	N-фенил(проп-2-ил)карбамат	0,02	Нервная сист., иммунная сист.
5436-43-1	2,2',4,4'-Тетрабромдифениловый эфир	0,0001	Нервная сист.
78-00-2	Тетраэтилсвинец	0,0000001	Печень, иммунная сист.
526-73-8	1,2,3-Триметилбензол	0,01	Нервная сист.
13776-88-0	Алюминий метафосфат	49	МПС
13530-50-2	моноАлюминий фосфат	49	МПС
7785-88-8	Натрий алюминий фосфат (кислый)	49	МПС
10279-59-1	Натрий алюминий фосфат (безводный)	49	МПС
10305-76-7	Натрий алюминий фосфат (тетрагидрат)	49	МПС
15136-87-5	триАлюминий натрий тетра(декагидрооктаортофосфат)	49	МПС
19406-51-0	4-Амино-2,6-динитротолуол	0,0001	Печень
35572-78-2	2-Амино-4,6-динитротолуол	0,0001	Печень
123-30-8	4-Аминофенол (Aminophenol, p-)	0,02	МПС
131-74-8	Аммония пикрат	0,002	Кровь
68333-79-9	Аммония полифосфат	49	МПС
123-77-3	1,1'-Азобискарбоамид	1	Репродуктивная сист.
111-91-1	Бис(2-хлорэтокси)метан	0,003	Печень
10294-34-5	Бор трихлорид	2	Развитие
7637-07-2	Бор трифторид	0,04	Почки
7790-76-3	Кальций пирофосфат	49	МПС
7758-87-4	Кальций фосфат	49	МПС
107-07-3	2-Хлорэтанол	0,02	Системное
8012-95-1	Минеральное масло	3	ЖКТ
60-34-4	Метилгидразин	0,001	Развитие
100-61-8	N-Метиланилин	0,002	Кровь, иммунная сист.
13530-50-2	Моноалюминий фосфат	49	Почки
7722-76-1	Моноаммоний фосфат	49	Почки
9004-70-0	Нитроцеллюлоза	3000	Системное
1836-75-5	Нитрофен (технический)	0,003	Развитие
78-11-5	1,3-Динитрат-2,2-бис(нитратометил)пропан	0,002	Системное
10159-46-3	Пентаметилфосфорамид	0,0001	Органы дыхания
375-73-5	Перфторбутансульфовая кислота	0,0003	Эндокринная сист.
45187-15-3	Перфторбутансульфонат	0,0003	Эндокринная сист.
95-54-5	орто-Фениленлиамин	0,004	МПС
7664-38-2	Ортофосфорная кислота	49	МПС
7601-54-9	триНатрий фосфат	49	МПС
7778-53-2	триКалий фосфат	49	МПС
115-96-8	Трис(2-хлорэтил)фосфат	0,007	Печень, МПС
512-56-1	Триметилфосфат	0,01	Системное (масса тела)
7757-87-1	триМагний фосфат	49	МПС
112-27-6	Триэтиленгликоль	2	Развитие
99-94-5	4-Метилбензойная кислота	0,005	Репродуктивная сист.
7722-88-5	тетраНатрий пирофосфат	49	МПС

101

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
16853-36-4	N,N,N',N''-Тетраметилфосфорамид (ТМФА)	0,0001	Органы дыхания
7320-34-5	тетраКалий дифосфат	49	МПС
5216-25-1	p-α,α,α-Тетрахлортолуол	0,00006	Эндокринная сист.
126-33-0	Тетрагидро-1,1-диоксидтиофен (Сульфолан)	0,003	Кровь
68915-31-1	Натрий полифосфат	49	МПС
7785-84-4	Натрий триметафосфат	49	МПС
7758-29-4	Натрий триполифосфат	49	МПС
10124-56-8	Натрий гексаметафосфат	49	МПС
7758-16-9	Натрий пиропфосфат (кислый)	49	МПС
13472-45-2	Натрий вольфрамат	0,0008	ЖКТ
10213-10-2	Натрий вольфрамат дигидрат	0,0008	ЖКТ
13845-36-8	Калий триполифосфат	49	МПС
29420-49-3	Калий перфторбутансульфонат	0,0003	Эндокринная сист.
8017-16-1	Полифосфорная кислота	49	МПС
7558-80-7	Натрий фосфат	49	МПС
7778-77-0	Калий фосфат	49	МПС
7758-23-8	Кальций фосфат	49	МПС
7757-86-0	Магний фосфат	49	МПС
7439-91-0	Лантан	0,00005	Нервная сист.
541-25-3	Люизит	0,000005	Системное (смертность)
124-04-9	Гександиовая кислота	2	Системное (масса тела)
680-31-9	Гексаметилфосфорамид	0,0004	Органы дыхания
109-78-4	Этиленциангидрин	0,07	Системное (масса тела)
104-76-7	2-Ethylhexanol	0,07	Развитие
7558-79-4	диНатрий фосфат	49	МПС
128-37-0	2,6-Бис(1,1-диметилэтил)-4-метилфенол	0,3	Развитие
-	Соединения дибутилолова	0,0003	Системное (масса тела), иммунная сист.
-	Соединения трибутилолова	0,0003	Системное, иммунная сист.
110-83-8	Циклогексен	0,005	Кровь
7783-28-0	диАммоний фосфат	49	МПС
7757-93-9	диКальций фосфат	49	МПС
111-77-3	2-(2-Метоксиэтокси)этанол	0,04	Развитие
7782-75-4	диМагний фосфат	49	Почки
-	Стирол/акрилонитрил тример (смесь изомеров 4-циано 1,2,3,4-тетрагидро-а-метил-1-нафталинацетонитрила (THNA; CASRN 57964-39-3) и 4-циано-1,2,3,4-тетрагидро-1-нафталин-пропионитрила (THNP; CASRN 57964-40-6).4-циано-1,2,3,4-тетрагидро-1-нафталин-пропионитрила (THNP; CASRN 57964-40-6)	0,003	Печень, нервная сист.
84-65-1	антрацен-9,10-дион	0,002	Печень, почки, селезенка
6369-59-1	Бензендиамин-2-метилсульфат, 1,4-	0,0003	Печень
98-66-8	4-Хлорбензолсульфоновая кислота	0,1	-
1790-66-4	Тиоцианаты	0,0002	Эндокринная сист. (щитовид.железа)
87-84-3	Циклогексан, 1,2,3,4,5-пентабром-6-хлор-	0,02	ЖКТ (кишечник)
132-65-0	Дибензотиофен	0,01	Печень
108-36-1	1,3-Дибромбензол	0,0004	Печень

102

CAS	Вещество	RfD	Критические органы и(или) системы
1790-66-0	Соединения дибутилтина	0,0003	Системное
95-68-1	1-Амино-2,4-диметилбензол	0,002	Печень
25321-14-6	Метилдинитробензол,	0,0009	Печень
111-30-8	Пентан-1,5-диаль	0,1	ЖКТ
113-00-8	Гуанидин	0,01	Системное
50-01-1	Аминометанамидин гидрохлорид	0,02	Системное
506-93-4	Аминометанамидин мононитрат	0,03	Системное
78-97-7	Лактонитрил	0,0002	Печень
615-45-2	Толуол-2,5-диаминдигидрохлорид	0,0003	-
99-55-8	Метил-5-нитроанилин, 2-	0,02	Системное
74612-12-7	Метилбензол,моногидрохлорид 1-4-диамина, 2-	0,0002	Печень
615-50-9	2-Метил-1,4-бензолдиамин сульфат (1:1)	0,0003	Печень
1790-66-9	Потоки алифатических углеводов среднего Диапазона	0,01	Печень, почки
7790-98-9	Аммоний перхлорат	0,0007	Эндокринная сист
103-72-0	Фенилизотиоцианат	0,0002	Эндокринная сист. (щитовид. железа)
7758-11-4	диКалий гидрофосфат	49	Почки
36355-01-8	Гексабром-1',1-бифенил	0,000007	Печень, почки
11126-42-4	~Ароклор 5460	0,0006	Печень
6533-73-9	Таллий(I) карбонат	0,00002	Кожа
111-48-8	Тиодигликоль	0,07	Системное
106-49-0	1-Амино-4-метилбензол	0,004	Кровь
E1841606	Токсафен, выветрившийся	0,00003	Эндокринная сист. (щитовид. железа)
688-73-3	Гидрид трибутилолова	0,0003	Иммунная сист.
102-76-1	Триацетин	80	Развитие
118-79-6	2,4,6-Трибромфенол	0,009	Почки
8634-93-5	2,4,6-Трихлорбензоламин	0,00003	Кровь, репродуктивная сист.
1330-78-5	Трис(метилфенил)фосфат	0,02	Репродуктивная сист.
13674-87-8	Трис(1,3-дихлор-2-пропил)фосфат	0,02	Почки
13674-84-5	Три(1-хлор-2-метилэтил)фосфат	0,01	Печень
7440-67-7	Цирконий	0,00008	МПС, кровь

Таблица П1.2

Референтные концентрации для острых ингаляционных воздействий

CAS	Вещество	ARfC, мг/м ³	Критические органы и(или) системы
71-55-6	1,1,1-Трихлорэтан	68	Нервная сист.
106-99-0	1,3-Бутадиен	0,66	Развитие
123-91-1	1,4-Диоксан	3	Органы дыхания, глаза
584-84-9	2,4-Толуилендиизоцианат	0,002	Органы дыхания
78-93-3	2-Бутанон	13	Органы дыхания, глаза
111-76-2	2-Бутоксизтанол	4,7	Органы дыхания, глаза
109-86-4	2-Метоксизтанол	0,093	Репродуктивная сист., развитие
110-80-5	2-Этоксизтанол	0,37	Репродуктивная сист., развитие
111-15-9	2-Этоксизтилацетат	0,14	Репродуктивная сист., развитие, нервная сист.
10102-44-0	Азот диоксид	0,47	Органы дыхания
7697-37-2	Азотная кислота	0,086	Органы дыхания
79-10-7	Акриловая кислота	6	Органы дыхания, глаза

103

CAS	Вещество	ARfC, мг/м ³	Критические органы и(или) системы
107-02-8	Акролеин	0,0025	Органы дыхания, глаза
7664-41-7	Аммиак	3,2	Органы дыхания, глаза
7784-42-1	Арсин	0,0002	Репродуктивная сист., развитие, серд.-сос.сист., нервная сист.
75-07-0	Ацетальдегид	0,47	Органы дыхания; глаза
100-44-7	Бензил хлористый	0,24	Органы дыхания; глаза
71-43-2	Бензол	0,027	Репродуктивная сист., развитие, иммунная сист., кровь
74-83-9	Бромметан	3,9	ЦНС, органы дыхания, репродуктивная сист., развитие
75-01-4	Винилхлорид	180	Нервная система, органы дыхания, глаза
7647-01-0	Водород хлорид	2,1	Органы дыхания, глаза
74-90-8	Водород цианид	0,34	ЦНС
1314-62-1	Диванадий пентоксид	0,03	Органы дыхания; глаза
75-09-2	Дихлорметан	14	серд.-сос.сист., нервная сист.
67-63-0	Изопропанол	3,2	Глаза, органы дыхания
1330-20-7	Ксилол	22	Нервная система, органы дыхания, глаза
7440-50-8	Медь	0,1	Органы дыхания
67-56-1	Метанол	28	ЦНС
7440-38-2	Мышьяк	0,0002	Репродуктивная сист., развитие, серд.-сос.сист., нервная сист.
1310-73-2	Натрий гидроксид	0,008	Глаза, кожа, органы дыхания
7440-02-0	Никель	0,0002	Иммунная сист.
13463-39-3	Никель карбонил	0,0002	Иммунная сист.
10028-15-6	Озон	0,18	Органы дыхания, глаза
75-56-9	Пропиленоксид	3,1	Репродуктивная сист., развитие, органы дыхания, глаза
7439-97-6	Ртуть	0,0006	Репродуктивная сист., развитие
7664-93-9	Серная кислота	0,12	Органы дыхания
75-15-0	Сероуглерод	6,2	Репродуктивная сист., развитие, нервная система
100-42-5	Стирол	21	Органы дыхания, глаза
56-23-5	Тетрахлорметан	1,9	Репродуктивная сист., развитие, печень, нервная система
127-18-4	Тетрахлорэтилен	20	Нервная сист., органы дыхания, глаза
108-88-3	Толуол	5	Нервная сист., глаза, органы дыхания
121-44-8	Триэтиламин	2,8	Нервная сист., глаза
630-08-0	Углерод оксид	23	Серд.-сос.сист.
108-95-2	Фенол	5,8	Органы дыхания, глаза
50-00-0	Формальдегид	0,05	Глаза
75-44-5	Фосген	0,004	Органы дыхания
7664-39-3	Фтористо-водородная кислота	0,24	Органы дыхания, глаза
7782-50-5	Хлор	0,21	Органы дыхания, глаза
67-66-3	Хлороформ	0,15	Репродуктивная сист., развитие, нервная сист., органы дыхания
76-06-2	Хлорпикрин	0,029	Раздражение дыхательных путей и глаз
106-89-8	Эпихлоргидрин	1,3	Органы дыхания, глаза
105-60-2	Капролактам	0,05	Глаза
-	Медь и соединения меди	0,1	Органы дыхания
822-06-0	Гексаметилендиизоцианат (Мономер)	0,0003	Органы дыхания

104

CAS	Вещество	ARfC, мг/м ³	Критические органы и(или) системы
	1,6-диизоцианатогексан, 1,6-гександиизоцианат, HMDI		
-	Гексаметилендиизоцианаты (полидиизоцианаты)	0,0045	Органы дыхания
7783-07-5	Селенид дигидрогена; Селенид водорода; Селан; Ангидрид селена; Дигидрид селена; Гидрид селена	0,005	Органы дыхания, глаза
7783-06-4	Сероводород	0,042	ЦНС
101-68-8	Метилендифенилдиизоцианат (MDI)	0,012	Органы дыхания
373-02-4	Ацетат никеля	0,0002	Иммунная сист.
3333-67-3	Карбонат никеля	0,0002	Иммунная сист.
-	Гидроксид никеля	0,0002	Иммунная сист.
1313-99-1	Оксид никеля	0,0002	Иммунная сист.
12035-72-2	Субсульфид никеля	0,0002	Иммунная сист.
1271-28-9	Никелоцен	0,0002	Иммунная сист.
8014-95-7	Олеум	0,12	Органы дыхания
9016-87-9	полимерный метилендифенилдиизоцианат	0,012	Органы дыхания
n/a	Сульфаты	0,12	Органы дыхания
7446-09-5	Диоксид серы	0,66	Органы дыхания

Таблица П1.3

Референтные концентрации для хронических ингаляционных воздействий

CAS	Вещество	RfC, мг/м ³	Критические органы-и(или) системы
811-97-2	1,1,1,2-Тетрафторэтан	80	Репродуктивная сист. (семенники)
630-20-6	1,1,1,2-Тетрахлорэтан	0,1	-
71-55-6	1,1,1 -Трихлорэтан	0,2	Печень
79-00-5	1,1,2-Трихлорэтан	0,0002	Системное, органы дыхания
57-14-7	1,1-Диметилгидразин	1,00E-05	Печень
75-68-3	1,1-Дифтор-1-хлорэтан	50	-
75-37-6	1,1-Дифторэтан	40	-
75-34-3	1,1-Дихлорэтан	0,5	Почки
75-35-4	1,1-Дихлорэтилен	0,2	Печень
76-13-1	1,2,2-Трифтор-1,1,2-трихлорэтан	5	Нервная сист.
96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	0,0003	Органы дыхания
96-19-5	1,2,3-Трихлорпропен	0,0004	Органы дыхания
95-63-6	1,2,4-Триметилбензол	0,006	Нервная сист.
120-82-1	1,2,4-Трихлорбензол	0,002	Почки
106-93-4	1,2-Дибромэтан	0,0008	Репродуктивная сист. (семенники)
95-50-1	1,2-Дихлорбензол	0,2	Селезенка
78-87-5	1,2-Дихлорпропан	0,004	Органы дыхания
107-06-2	1,2-Дихлорэтан	0,007	Нервная сист.
6423-43-4	1,2-Пропандиол динитрат	0,0003	Кровь
108-67-8	1,3,5-Триметилбензол	0,06	Нервная сист.
106-99-0	1,3-Бутадиен	0,002	Репродуктивная сист. (семенники)
541-73-1	1,3-Дихлорбензол	0,008	Почки, развитие
542-75-6	1,3-Дихлорпропен (включая изомеры)	0,02	Органы дыхания

105

CAS	Вещество	RfC, мг/м ³	Критические органы-и(или) системы
123-91-1	1,4-Диоксан	0,03	Нервная сист., органы дыхания
106-46-7	1,4-Дихлорбензол	0,8	Нервная сист., органы дыхания, печень, почки
111-30-8	1,5-Пентандиаль	0,00008	Органы дыхания
106-88-7	1-Бутеноксид	0,02	Органы дыхания, серд.-сос.сист.
107-98-2	1-Метокси-2-пропанол	2	Нервная сист.
112-34-5	2-(2-Бутоксиэтокси)этанол	0,0001	Печень
111-90-0	2-(Этоксизтокси)этанол	0,0003	Органы дыхания (раздражение)
1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордибензо-п-диоксин	4,00E-08	Печень, репродуктивная сист., эндокринная сист., кровь, органы дыхания, развитие
51207-31-9	2,3,7,8-Тетрахлордибензофуран	4,00E-08	Печень, репродуктивная сист., эндокринная сист., кровь, органы дыхания, развитие
765-34-4	2,3-Эпоксипропаналь	0,001	Иммунная сист.
121-14-2	2,4-Динитротолуол	0,007	ЦНС, печень
78-92-2	2-Бутанол	30	Развитие (снижение массы тела плода)
78-93-3	2-Бутанон	5	Развитие
111-76-2	2-Бутоксиэтанол	1,6	Кровь
591-78-6	2-Гексанон	0,03	Нервная сист.
107-83-5	2-Метилпентан	0,35	-
95-48-7	2-Метилфенол	0,6	Нервная сист.
109-86-4	2-Метоксиэтанол	0,02	Репродуктивная сист. (семенники)
110-49-6	2-Метоксиэтилацетат	0,001	Эндокринная сист.
88-74-4	2-Нитроанилин	0,0002	-
79-46-9	2-Нитропропан	0,02	Печень
126-99-8	2-Хлорбута-1,3-диен	0,02	Нервная сист., иммунная сист., органы дыхания
75-29-6	2-Хлорпропан	0,1	Печень
110-80-5	2-Этоксизэтанол	0,07	Репродуктивная сист. (семенники), кровь
111-15-9	2-Этоксизтилацетат	0,3	Развитие
108-39-4	3-Метилфенол	0,6	Нервная сист.
99-09-2	3-Нитроанилин	0,0002	-
96-12-8	3-Хлор-1,2-дибромпропан	0,0002	Репродуктивная сист.
101-77-9	4,4'-Диаминодифенилметан	0,02	Глаза, печень
101-68-8	4,4'-Метилендифенилизотиоцианат	0,00008	Органы дыхания
108-10-1	4-Метил-2-пентанон	3	Развитие
106-44-5	4-Метилфенол	0,6	Нервная сист.
100-01-6	4-Нитроанилин	0,006	Кровь
68-12-2	N,N-Диметилформамид	0,03	Печень
86-50-0	Азинфос-метил	0,01	Нервная сист.
10102-44-0	Азот диоксид	0,04	Органы дыхания, кровь (образование methb)
10102-43-9	Азота оксид	0,06	Органы дыхания, кровь (образование methb)
7697-37-2	Азотная кислота	0,04	Органы дыхания
79-06-1	Акриламид	0,006	Нервная сист.
79-10-7	Акриловая кислота	0,001	Нервная сист., органы дыхания
107-13-1	Акрилонитрил	0,002	Органы дыхания
107-02-8	Акролеин	0,001	Органы дыхания
309-00-2	Алдрин	0,0001	Печень
107-05-1	Аллил хлористый	0,001	Нервная сист.
107-18-6	Аллиловый спирт	0,0003	-

106

CAS	Вещество	RfC, мг/м ³	Критические органы-и(или) системы
319-84-6	альфа-Линдан	0,02	Печень
532-27-4	альфа-Хлорацетофенон	3,00E-05	Органы дыхания
7429-90-5	Алюминий	0,005	Нервная сист.
1344-28-1	Алюминий оксид	0,005	Органы дыхания, масса тела
7664-41-7	Аммиак	0,04	Органы дыхания
62-53-3	Анилин	0,001	Кровь, селезенка
7784-42-1	Арсин	0,000015	Развитие, серд.-сос.сист., нервная сист., органы дыхания, кожа
75-07-0	Ацетальдегид	0,009	Нервная сист., органы дыхания
67-64-1	Ацетон	31	Печень, почки, кровь, ЦНС
75-05-8	Ацетонитрил	0,06	Системное (смертность)
75-86-5	Ацетонциангидрин	0,01	Печень
-	Барий и его соединения	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
543-80-6	Барий ацетат	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
10048-98-3	Барий водородофосфат	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
17194-00-2	Барий дигидроксид	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
1304-29-6	Барий диоксид	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
10361-37-2	Барий дихлорид	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
513-77-9	Барий карбонат	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
10022-31-8	Барий нитрат	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
1304-28-5	Барий оксид	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
7727-43-7	Барий сульфат	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
10326-27-9	Барий хлорид дигидрат	0,0005	Репродуктивная сист., серд.-сос.сист.
92-87-5	Бензидин	0,01	ЦНС, печень
100-44-7	Бензил хлористый	0,001	Органы дыхания
50-32-8	Бенз(а)пирен	1,00E-06	Развитие
71-43-2	Бензол	0,005	Иммунная сист., кровь
7440-41-7	Бериллий и его соединения	1,00E-05	Органы дыхания, иммунная сист. (сенсibil.)
7440-42-8	Бор	0,02	Органы дыхания, репродуктивная сист.
10043-11-5	Бор нитрид	0,02	Органы дыхания, репродуктивная сист.
7637-07-2	Бор трифторид	0,0007	Репродуктивная сист., почки
108-86-1	Бромбензол	0,06	Печень
74-83-9	Бромметан	0,005	Органы дыхания, нервная сист., развитие
75-25-2	Бромформ	0,05	Печень
593-60-2	Бромэтен	0,003	Печень
7440-62-2	Ванадий	0,0001	Почки
-	Взвешенные вещества	0,075	Органы дыхания, смертн.
-	Взвешенные частицы с размерами менее 10 мкм	0,04	Органы дыхания, смертность, серд.-сос.сист., развитие

107

CAS	Вещество	RfC, мг/м ³	Критические органы-и(или) системы
-	Взвешенные частицы с размерами менее 2,5 мкм	0,025	Органы дыхания
108-05-4	Винилацетат	0,2	Нервная сист., органы дыхания
25013-15-4	Винилтолуол	0,04	-
75-01-4	Винилхлорид	0,1	Печень
7783-06-4	Сероводород	0,002	Нервная сист., органы дыхания
10035-10-6	Гидробромид	0,025	—
64-39-3	Гидрофторид/ Фтористоводородная кислота	0,005	Костная система, зубы, органы дыхания
647-01-0	Гидрохлорид / Хлористоводородная кислота	0,02	Органы дыхания
74-90-8	Гидроцианид	0,0008	Эндокринная сист.
822-06-0	1,6 - Гексаметилендиизоцианат	1,00E-05	Нервная сист., органы дыхания
110-54-3	Гексан	0,7	Нервная сист.
118-74-1	Гексахлорбензол	0,003	Печень, гормон., иммунная сист., почки, кровь
87-68-3	Гексахлорбутадиен	0,09	Развитие, системное, почки
77-47-4	Гексахлорциклопентадиен	0,0002	Органы дыхания
67-72-1	Гексахлорэтан	0,03	Нервная сист.
142-82-5	Гептан	0,4	Нервная сист., органы дыхания
302-01-2	Гидразин	0,00003	Печень
7803-57-8	Гидразин гидрат	0,00003	Печень
10034-93-2	Гидразин сульфат	0,00003	Печень
117-81-7	Ди(2-этилгексил)фталат	0,01	Органы дыхания
1314-62-1	Диванадий пентаоксид	0,0001	Органы дыхания, ЖКТ
1317-34-6	Димарганец триоксид	0,00009	Нервная сист.
124-40-3	Диметиламин	0,00002	—
131-11-3	Диметилфталат	0,007	—
109-89-7	Диэтиламин	0,02	—
1746-01-6	Диоксины (хлорированные дибензодиоксины)	4,00E-08	Печень, репродуктивная сист., эндокринная сист., органы дыхания, кровь, развитие
75-71-8	Дихлордифторметан	0,2	Масса тела, развитие, печень
75-09-2	Дихлорметан	0,4	Печень
62-73-7	Дихлорофос	0,0005	Нервная сист.
77-73-6	Дициклопентадиен	0,0003	-
111-42-2	Диэтаноламин	0,0002	ЖКТ
67-63-0	Изопропанол	0,2	Эндокринная сист.
98-82-8	Изопропилбензол	0,4	Почки, эндокринная сист. (надпочечники)
78-59-1	Изофорон	2	Развитие, печень
7440-43-9	Кадмий	2,00E-05	Почки, органы дыхания
13765-19-0	Кальций хромат	0,00002	Органы дыхания
105-60-2	Капролактан	0,0022	Органы дыхания
7440-48-4	Кобальт	0,000006	Органы дыхания
1319-77-3	Крезол	0,6	Нервная сист.
14464-46-1	Кремний диоксид (более 70% SiO ₂)	0,075	Органы дыхания (по взвеш. в-вам)
14464-46-1	Кремний диоксид (содержание SiO ₂ ниже 20%)	0,075	Органы дыхания (по взвеш. в-вам)
60676-86-0	Кремний диоксид аморфный	0,075	Органы дыхания (по взвеш. в-вам)
14808-60-7	Кремний кристаллический	0,003	Органы дыхания, иммунная сист. (аутоиммунная сист.)

CAS	Вещество	RfC, мг/м ³	Критические органы-и(или) системы
1330-20-7	Ксилолы (смесь изомеров)	0,1	Нервная сист.
58-89-9	Линдан	0,0003	Почки, эндокринная сист.
14307-35-8	Литий хромат	0,0002	Органы дыхания
108-31-6	Малеиновый ангидрид	0,0007	Органы дыхания
7439-96-5	Марганец	0,00005	Нервная сист.
1313-13-9	Марганец диоксид	0,00005	Нервная сист.
598-62-9	Марганец карбонат	0,00005	Нервная сист.
1317-35-7	Марганец тетроксид	0,00005	Нервная сист.
7773-01-5	Марганец хлорид	0,00005	Нервная сист.
1344-43-0	Марганец (II) оксид	0,00005	Нервная сист.
17141-63-8	Марганец (II) нитрат гексагидрат	0,00005	Нервная сист.
15244-36-7	Марганец (II) сульфат пентагидрат	0,00005	Нервная сист.
7440-50-8	Медь	2,00E-05	Органы дыхания, системное
1317-38-0	Медь оксид	2,00E-05	Органы дыхания, системное
142-71-2	Медь ацетат	2,00E-05	Органы дыхания, системное
7447-39-4	Медь дихлорид	2,00E-05	Органы дыхания, системное
1317-38-0	Медь оксид	0,00002	Органы дыхания, системное
7758-98-7	Медь сульфат	2,00E-05	Органы дыхания, системное
14013-02-6	Медь сульфит	2,00E-05	Органы дыхания, системное
22205-45-4	Медь (I) сульфид	2,00E-05	Органы дыхания, системное
7758-89-6	Медь (I) хлорид	0,00005	Органы дыхания, системное
1317-40-4	Медь (II) сульфид	2,00E-05	Органы дыхания, системное
126-98-7	Метакрилонитрил	0,03	Печень
74-82-8	Метан	50	-
67-56-1	Метанол	0,2	Развитие
96-33-3	Метилакрилат	0,02	Органы дыхания
9016-87-9	Полиметилениполифениленизоцианат	0,00008	Органы дыхания
624-83-9	Метилизоцианат	0,001	Органы дыхания, системное, развитие, репродуктивная сист.
80-62-6	Метилметакрилат	0,7	Органы дыхания (ольфакторный эпителий), ЦНС
1634-04-4	Метил-трет-бутиловый эфир	3	Печень, почки, глаза
108-87-2	Метилциклогексан	3	Почки
108-38-3	м-Ксилол	0,1	Нервная сист.
7439-98-7	Молибден	0,002	-
7440-38-2	Мышьяк	1,50E-05	Развитие (тератоген), серд.-сос.сист., нервная сист., органы дыхания, кожа
10588-01-9	Натрий дихромат	2,00E-04	Органы дыхания
7681-49-4	Натрий фторид	0,013	-
91-20-3	Нафталин	0,003	Органы дыхания
7440-02-0	Никель (никель и его соединения)	1,40E-05	Органы дыхания, кровь
1313-99-1	Никель оксид	2,00E-05	Органы дыхания
98-95-3	Нитробензол	0,009	Органы дыхания, ЦНС
111-84-2	н-Нонан	0,02	Системное
95-47-6	о-Ксилол	0,1	Нервная сист.
10028-15-6	Озон	0,03	Органы дыхания
7664-38-2	Ортофосфорная кислота	0,007	Органы дыхания
109-66-0	Пентан	1	Системное
87-86-5	Пентахлорфенол	0,1	Печень, почки, развитие
106-42-3	п-Ксилол	0,1	Нервная сист.
100-00-5	п-Нитрохлорбензол	0,002	Кровь (метгемоглобинемия)

109

CAS	Вещество	RfC, мг/м ³	Критические органы-и(или) системы
1336-36-3	Полихлорированные бифенилы	0.00004 (по 2,3,7,8-TCDD)	Печень, репродуктивная сист., развитие, эндокринная сист., органы дыхания, кровь
57-55-6	Пропан-1,2-диол	0,003	Органы дыхания (носовая полость)
115-07-1	Пропилен	3	Органы дыхания
75-56-9	Пропиленоксид	0,03	Органы дыхания
98-56-6	п-Хлорбензотрифторид	0,3	Печень
7439-97-6	Ртуть	3,00E-04	Нервная
7487-94-7	Ртуть (II) хлорид	3,00E-05	Нервная сист., развитие, почки
-	Сажа (углерод)	0,025	Органы дыхания; системное, зубы
7439-92-1	Свинец	1,50E-04	ЦНС, кровь, развитие, репродуктивная сист., эндокринная сист., почки
1335-32-6	Свинец ацетат, основной	1,50E-04	ЦНС, кровь, развитие, репродуктивная сист., эндокринная сист., почки
7782-49-2	Селен	0,02	ЖКТ, серд.-сос.сист., нервная сист.
7446-34-6	Селен сульфид	0,02	печень, серд.-сос.сист., нервная сист.
7446-09-5	Сера диоксид	0,05	Органы дыхания
7440-22-4	Серебро металлическое	0,02	Кожа
7664-93-9	Серная кислота	0,001	Органы дыхания
75-15-0	Сероуглерод	0,005	Нервная сист.
100-42-5	Стирол	1	Нервная
96-09-3	Стиролоксид	0,006	Органы дыхания, системное
7440-36-0	Сурьма	0,0002	Органы дыхания
1309-64-4	Сурьма трехокись	0,0002	Органы дыхания
109-99-9	Тетрагидрофуран	2	Печень, ЦНС
56-23-5	Тетрахлорметан	0,017	ЖКТ, нервная сист., развитие
127-18-4	Тетрахлорэтилен	0,04	Нервная сист., глаза
7550-45-0	Титан тетрахлорид (по HCl)	0,0001	Органы дыхания
108-88-3	Толуол	0,4	ЦНС
91-08-7	Толуол-2,6-диизоцианат	0,000008	Органы дыхания
26471-62-5	Толуолдиизоцианат (смесь изомеров)	0,00007	Органы дыхания
156-60-5	транс-1,2-Дихлорэтилен	0,04	Иммунная сист.
79-01-6	Трихлорэтилен	0,6	Нервная сист., глаза
121-44-8	Триэтиламин	0,007	Органы дыхания
630-08-0	Углерод оксид	3	Кровь, серд.-сос.сист., развитие, ЦНС
463-58-1	Углерод оксид сульфид	0,01	Нервная сист.
7440-61-1	Уран, растворимые в воде соединения	0,00004	Почки
108-95-2	Фенол	0,006	печень, серд.-сос.сист., нервная сист., почки
50-00-0	Формальдегид	0,003	Органы дыхания
75-44-5	Фосген	0,0003	Органы дыхания
7803-51-2	Фосфин	0,0003	Системное (масса тела)
7723-14-0	Фосфор-желтый или белый	7,00E-05	Репродуктивная сист., системное, алоpecia
85-44-9	Фталевый ангидрид	0,02	Органы дыхания
7782-41-4	Фтор	0,013	Костная система, органы дыхания, зубы
-	Фториды, неорганические соединения	0,013	Костная система, органы дыхания, зубы

110

CAS	Вещество	RfC, мг/м ³	Критические органы-и(или) системы
98-01-1	Фурфурол	0,04	Органы дыхания
7782-50-5	Хлор	0,0002	Органы дыхания
10049-04-4	Хлор диоксид	0,0002	Органы дыхания, серд.-сос.сист.
108-90-7	Хлорбензол	0,05	Печень, МПС
57-74-9	Хлордан	7,00E-04	Печень, кровь
12789-03-6	Хлордан технический	7,00E-04	Печень
75-45-6	Хлордиформетан	50	Почки, эндокринная сист. (надпочечники, гипофиз), развитие
5120-73-9	Хлорированные дибензофураны (смесь изомеров)	4,00E-08	Печень, репродуктивная сист., эндокринная сист., кровь, органы дыхания, развитие
-	Хлорированные диоксины и дибензофураны	4,00E-08	Печень, репродуктивная сист., эндокринная сист., органы дыхания, кровь, развитие
7647-01-0	Хлористоводородная кислота	0,02	Органы дыхания
74-87-3	Хлорметан	0,09	ЦНС
67-66-3	Хлороформ	0,3	ЖКТ, почки, развитие
76-06-2	Хлорпикрин	0,0004	Органы дыхания
75-00-3	Хлорэтан	10	Развитие
7440-47-3	Хром	0,0001	Органы дыхания, печень, почки, иммунная сист., ЖКТ
18540-29-9	Хром (VI)	0,0001 (частицы)	Органы дыхания
		0,000008 (пары хромовой кислоты и растворимы е аэрозоли)	
1333-82-0	Хром триоксид	0,000008	Органы дыхания
7738-94-5	Хромовая кислота	8,00E-06	Органы дыхания
7440-45-1	Церий и его неорганические соединения	0,0009	Органы дыхания
-	Цианистый водород и соли синильной кислоты (цианиды)	0,0008	Эндокринная сист. (щитовид. железа)
110-82-7	Циклогексан	6	Развитие (снижение массы тела новорожденных)
108-94-1	Циклогексанон	0,7	Системное
7440-66-6	Цинк	0,0009	Органы дыхания, иммунная сист.
1314-13-2	Цинк оксид	0,035	ССС, кровь, органы дыхания
7733-02-0	Цинк сульфат	0,0009	Органы дыхания, иммунная сист. (сенсibilизация), кровь
-	Эмиссии дизельных двигателей	0,005	Органы дыхания
106-89-8	Эпихлоргидрин	0,001	Органы дыхания
140-88-5	Этилакрилат	0,008	Органы дыхания
141-78-6	Этилацетат	0,07	Системное
100-41-4	Этилбензол	1	Развитие
107-21-1	Этиленгликоль	0,4	Органы дыхания, почки, развитие
75-21-8	Этиленоксид	0,03	Нервная сист.
96-45-7	Этилентиомочевина	0,003	Печень, эндокринная сист.
75-08-1	Этилмеркаптан	0,001	Органы дыхания
97-63-2	Этилметакрилат	0,3	Развитие
1306-38-3	Церий диоксид и соединения церия	0,0009	Органы дыхания

111

CAS	Вещество	RfC, мг/м ³	Критические органы-и(или) системы
526-73-8	1,2,3-Триметилбензол	0,06	ЦНС, нервная сист.
123-38-6	Пропаналь	0,008	ЦНС, органы дыхания
1318-09-8	Либби Амфибол Асбест	0,00009	Органы дыхания
1271-28-9	Бис(2,4-циклопентадиен-1-ил)никель	0,000014	Органы дыхания, кровь

Таблица П1.4

Факторы канцерогенного потенциала

CAS	Вещество	МАИР	U.S.EPA	SF ₀	SF _i
630-20-6	1,1,1,2-Тетрахлорэтан	2B	C	0,026	0,026
79-34-5	1,1,2,2-Тетрахлорэтан	2B	C	0,2	0,2
79-00-5	1,1,2-Трихлорэтан	3	C	0,057	0,057
57-14-7	1,1-Диметилгидразин	2B	B2	550	550
542-88-1	1,1-Дихлордиметиловый эфир	1	A	220	217
75-34-3	1,1-Дихлорэтан	-	C	0,0057	0,0057
75-35-4	1,1-Дихлорэтилен	2B	C	0,59	0,18
39001-02-0	1,2,3,4,5,6,7,8-Октахлор-дibenзофуран	3	B2	13	13
67562-39-4	1,2,3,4,6,7,8-Гептахлордibenзофуран	3	B2	1600	1600
55673-89-7	1,2,3,4,7,8,9-Гептахлордibenзофуран	3	B2	-	1300
70648-26-9	1,2,3,4,7,8-Гексахлордibenзофуран	3	B2	16000	16000
57653-85-7	1,2,3,6,7,8-Гексахлордibenзо-п-диоксин	-	B2	16000	16000
57117-44-9	1,2,3,6,7,8-Гексахлордibenзофуран	3	B2	16000	16000
72918-21-9	1,2,3,7,8,9-Гексахлордibenзофуран	3	B2	16000	16000
109719-77-9	1,2,3,7,8-Пентахлордibenзофуран	3	B2	8000	8000
96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	2A	B2	7	7
106-93-4	1,2-Дибромэтан	2A	B2	2	2,1
540-73-8	1,2-Диметилгидразин	2A	B2	550	550
122-66-7	1,2-Дифенилгидразин	-	B2	0,8	0,77
78-87-5	1,2-Дихлорпропан	1	B2	0,036	0,036
107-06-2	1,2-Дихлорэтан	2B	B2	0,091	0,091
106-99-0	1,3-Бутадиен	1	A	0,6	0,6
542-75-6	1,3-Дихлорпропен	2B	B2	0,1	0,004
1120-71-4	1,3-Пропансультон	2A	B2	2,4	2,4
2475-45-8	1,4,5,8-Тетрааминоантрахинон	2B	-	0,0045	0,0045
123-91-1	1,4-Диоксан	2B	B2	0,027	0,027
123-31-9	1,4-Диоксибензол	3	C	0,056	0,056
106-46-7	1,4-Дихлорбензол	2B	C	0,0054	0,04
42397-64-8	1,6-Динитропирен	2B	ND	120	39
117-10-2	1,8-Дигидроксиантрахинон	2B	-	0,076	0,076
42397-65-9	1,8-Динитропирен	2B	ND	12	3,9
5522-43-0	1-Нитропирен	2A	ND	1,2	0,39
1116-54-7	2,2'-(Нитрозоимино)диэтанол	2B	B2	2,8	2,8
72-55-9	2,2-Бис(п-хлорфенил)-1,1-дихлорэтилен	-	B2	0,34	0,34
1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордibenзо-п-диоксин	1	B2/A	150000	150000
118-96-7	2,4,6-Тринитротолуол	3	C	0,03	0,03
88-06-2	2,4,6-Трихлорфенол	2B	B2	0,011	0,011

112

CAS	Вещество	МАИР	U.S.EPA	SF _o	SF _i
-	2,4-/2,6-Динитротолуол, смесь изомеров	-	-	0,68	-
94-75-7	2,4-Д	2В	D	0,019	0,019
615-05-4	2,4-Диаминоанизол	2В	ND	0,023	0,023
95-68-1	2,4-Диметиланилин	3	C	0,75	0,75
121-14-2	2,4-Динитротолуол	2В	B2	0,68	0,31
606-20-2	2,6-Динитротолуол	2В	B2	0,68	0,68
68006-83-7	2-Амино-3-метил-9Н-пиридо[2,3-b]индол	2В	-	1,2	1,2
67730-11-4	2-Амино-6-метилдипирило(1,2-a:3',2'-d)имидазол	2В	-	4,8	4,8
26148-68-5	2-Амино-9Н-пиридо[2,3-b]индол	2В	-	0,4	0,4
117-79-3	2-Аминоантрахинон	3	ND	0,033	0,033
67730-10-3	2-Аминодипиридо(1,2-a:3',2'-d)имидазол	2В	-	1,4	1,4
132-27-4	2-Бифенилол, натриевая соль	2В	B2	0,003	0,003
149-30-4	2-Меркаптобензотиазол	2А	C	0,029	0,029
129-15-7	2-Метил-1-нитроантрахинон	2В	-	4,3	4,3
513-37-1	2-Метил-1-хлорпроп-1-ен	2В	C	0,045	0,045
563-47-3	2-Метил-3-хлорпроп-1-ен	2В	C	0,14	0,14
99-55-8	2-Метил-5-нитроанилин	3	C	0,033	0,033
75-55-8	2-Метилазиридин	2В	B2	150	-
95-53-4	2-Метиланилин	1	B2	0,24	0,18
636-21-5	2-Метиланилин гидрохлорид	-	B2	0,18	0,13
99-59-2	2-Метокси-5-нитроанилин	3	B2	0,046	0,049
90-04-0	2-Метоксианилин	2А	C	0,14	0,14
134-29-2	2-Метоксибензамин гидрохлорид	2А	-	0,11	0,11
91-59-8	2-Нафтиламин	1	A	1,8	1,8
79-46-9	2-Нитропропан	2В	B2	9,5	9,4
88-72-2	2-Нитротолуол	2А	B2	0,23	-
607-57-8	2-Нитрофлуорен	2В	ND	0,12	0,039
25013-16-5	2-трет-Бутил-4-метоксифенол	2В	-	0,0002	0,0002
90-43-7	2-Фенилфенол	3	B2	0,0019	0,0019
32774-16-6	3,3',4,4',5,5'-Гексахлорбифенил (PCB 169)	1	B2	13	13
57465-28-8	3,3',4,4',5-Пентахлорбифенил (PCB 126)	1	2А	13000	13000
32598-13-3	3,3',4,4'-Тетрахлорбифенил	1	B2	75	75
119-93-7	3,3'-Диметилбензидин	2В	B2	2,3	9,2
119-90-4	3,3'-Диметоксибензидин	2В	B2	0,014	0,014
91-94-1	3,3'-Дихлорбензидин	2В	B2	0,45	1,2
70362-50-4	3,4,4',5-Тетрахлорбифенил	1	B2	13	13
56-49-5	3-Метилхолантрен	-	B2	22	22
76180-96-6	3Н-Имидазо(4,5-f)хинолин, 2-амино-3-метил-	2А	-	1,4	1,4
96-12-8	3-Хлор-1,2-дибромпропан	2В	B2	7	7
101-77-9	4,4'-Диаминодифенилметан	2В	ND	0,25	1,6
101-14-4	4,4'-Метиленбис(2-хлоранилин)	1	B2	0,13	0,13
101-80-4	4,4'-Оксидианилин	2В	-	0,14	0,14

CAS	Вещество	МАИР	U.S.EPA	SF _o	SF _i
101-61-1	4,4'-Тетраметилдиаминодифенилметан	2B	B2	0,046	0,046
72-54-8	4,4'-Тетрахлордифенилэтан	-	B2	0,24	0,24
139-65-1	4,4'-Тиоданилин	2B	-	15	15
92-67-1	4-Аминодифенил	1	A	21	21
60-11-7	4-Диметиламиноазобензол	2B	B2	4,6	4,55
106-49-0	4-Метиланилин	-	C	0,19	0,19
57835-92-4	4-Нитропирен	2B	ND	1,2	0,39
99-99-0	4-Нитротолуол	3	C	0,017	-
95-69-2	4-Хлор-2-метиланилин	2A	B2	0,58	0,58
106-47-8	4-Хлоранилин	2B	B2	0,0638	0,0638
95-83-0	4-Хлор-о-фенилендиамин	2B	ND	0,016	0,016
120-71-8	5-Метил-2-метоксианилин	2B	ND	0,15	0,15
3697-24-3	5-Метилхризен	2B	ND	12	3,9
602-87-9	5-Нитроаценафтен	2B	ND	0,13	0,13
7496-02-8	6-Нитрохризен	2A	-	120	39
57-97-6	7,12-Диметилбенз[а]антрацен	-	B2	250	250
194-59-2	7-Н-Дибензо[с, g]карбазол	2B	ND	230	-
156-10-5	N-(4-Нитрозофенил)анилин	3	ND	0,022	0,022
90-94-8	N,N,N,N-Тетраметил-4,4'-диаминобензофенон	2B	ND	0,86	0,86
148-18-5	N,N-Диэтилдитиокарбамат натрия	3	C	0,27	0,27
70-25-7	N-Метил-N'-нитрозо-N-нитрогуанидин	2A	-	8,3	8,3
684-93-5	N-Нитрозо-N-метилмочевина	2A	B2	120	120
615-53-2	N-Нитрозо-N-метилуретан	2B	-	110	110
759-73-9	N-Нитрозо-N-этилмочевина	2A	B2	140	27
924-16-3	N-Нитрозодибутиламин	2B	B2	5,4	5,6
62-75-9	N-Нитрозодиметиламин	2A	B2	51	49
621-64-7	N-Нитрозодипропиламин	2B	B2	7	7
86-30-6	N-Нитрозодифениламин	3	B2	0,0049	0,009
55-18-5	N-Нитрозодиэтиламин	2A	B2	150	150
10595-95-6	N-Нитрозометилэтиламин	2B	B2	22	22
59-89-2	N-Нитрозоморфолин	2B	ND	6,7	6,7
16543-55-8	N'-Нитрозонорникотин	1	-	1,4	1,4
100-75-4	N-Нитрозопиперидин	2B	B2	9,4	9,4
930-55-2	N-Нитрозопирролидин	2B	B2	2,1	2,1
115-02-6	Азасерин	2B	-	11	11
446-86-6	Азатиоприн	1	-	1,8	1,8
103-33-3	Азобензол	3	B2	0,11	0,11
79-06-1	Акриламид	2A	B1	4,5	4,5
107-13-1	Акрилонитрил	2B	B1	0,54	0,24
309-00-2	Алдрин	2A	B2	17	17
107-05-1	Аллил хлористый	3	C	0,021	0,021
319-84-6	альфа-Линдан	-	B2	6,3	6,3
62-53-3	Анилин	2A	B2	0,0057	0,0057
140-57-8	Арамит	2B	B2	0,025	0,025
1332-21-4	Асбесты	1	A	-	22

CAS	Вещество	МАИР	U.S.EPA	SF _o	SF _i
492-80-8	Аурамин	2B	-	0,88	0,88
75-07-0	Ацетальдегид	1	B2	-	0,0077
60-35-5	Ацетамид	2B	C	0,07	0,07
56-55-3	Бенз[а]антрацен	2B	B2	1,2	0,39
92-87-5	Бензидин	1	A	230	234
100-44-7	Бензил хлористый	2A	B2	0,17	0,17
50-32-8	Бензо(а)пирен	1	B2	1	3,9
205-99-2	Бензо[b]флуорантен	2B	B2	0,1	0,39
205-82-3	Бензо[j]флуорантен	2B	ND	1,2	0,39
207-08-9	Бензо[k]флуорантен	2B	B2	0,01	0,39
71-43-2	Бензол	1	A	0,055	0,027
98-07-7	Бензотрихлорид	2A	B2	13	13
7440-41-7	Бериллий	1	B1	4,3	8,4
319-85-7	бета-Линдан	1	C	1,8	1,85
57-57-8	бета-Пропиолактон	2B	-	14	14
111-44-4	Бис(2-хлорэтиловый)эфир	3	B2	1,1	1,15
15541-45-4	Броматы	-	2B	0,7	-
75-27-4	Бромдихлорметан	2B	B2	0,062	0,13
75-25-2	Бромформ	3	B2	0,0079	0,0039
593-60-2	Бромэтен	2A	B2	0,11	0,11
78-48-8	Бутифос	-	C	0,239	-
75-01-4	Винилхлорид	1	A	1,9	0,0308
608-73-1	Гексахлоран	2B	B2	1,8	1,78
118-74-1	Гексахлорбензол	2B	B2	1,6	1,6
87-68-3	Гексахлорбутадиен	3	C	0,0078	0,077
67-72-1	Гексахлорэтан	2B	C	0,014	0,014
76-44-8	Гептахлор	2B	B2	4,5	4,5
1024-57-3	Гептахлорэпоксид	-	B2	9,1	9,1
302-01-2	Гидразин	2A	B2	3	17,1
10034-93-2	Гидразин сульфат	-	B2	3	17
50-29-3	ддт	2A	B2	0,34	0,34
103-23-1	Ди(2-этилгексил)адипат	3	C	0,0012	0,0012
117-81-7	Ди(2-этилгексил)фталат	2B	B2	0,014	0,0084
224-42-0	Дибен[а,j]акридин	2A	ND	1,2	0,39
226-36-8	Дибенз[а,h]акридин	2B	ND	1,2	0,39
53-70-3	Дибензо(а,h)антрацен	2A	B2	7,3	3,1
189-64-0	Дибензо[а,h]пирен	2B	ND	120	39
189-55-9	Дибензо[а,i]пирен	2B	B2	120	39
191-30-0	Дибензо[а,l]пирен	2A	ND	120	39
124-48-1	Дибромхлорметан	3	C	0,084	0,094
94-58-6	Дигидросафрол	2B	-	0,044	0,044
101-90-6	Диглицидилрезорциновый эфир	2B	-	1,7	1,7
79-44-7	Диметилкарбамоилхлорид	2A	B2	13	13
77-78-1	Диметилсульфат	2A	B2	-	34
1746-01-6	Диоксины (хлорированные дибензодиоксины)	1	-	150000	150000
75-09-2	Дихлорметан	2A	B2	0,0075	0,0016

115

CAS	Вещество	МАИР	U.S.EPA	SF ₀	SF _i
62-73-7	Дихлорофос	2B	B2	0,29	0,29
79-43-6	Дихлоруксусная кислота	2B	B2	0,05	-
60-57-1	Диэлдрин	2A	B2	16	16
56-53-1	Диэтилстильбэстрол	1	A	4700	490
78-59-1	Изофорон	-	C	0,00094	0,00095
193-39-5	Индено[1,2,3-c,d]пирен	2B	B2	0,73	0,31
505-60-2	Иприт	1	A	9,5	-
7440-43-9	Кадмий	1	B1	0,38	6,3
75-60-5	Какодиловая кислота	2B	B2	0,0623	-
7758-01-2	Калий бромат	2B	B2	0,7	0,49
65996-93-2	Каменноугольные дегти; полициклические ароматические соединения	1	A	-	2,17
133-06-2	Каптан	3	B2	0,0023	0,0023
2425-06-1	Каптофол	2A	B2	0,15	0,15
143-50-0	Кепон	2B	B2	10	16
7440-48-4	Кобальт	2B; 2A	B1	-	9,8
123-73-9	Кротональдегид	2B	C	1,9	1,9
135-20-6	Купферрон	2B	B2	0,22	0,22
303-34-4	Лазеокарпин	2B	-	7,8	7,8
58-89-9	Линдан	1	B2	1,3	1,1
66-27-3	Метилметансульфонат	2A	-	0,099	0,099
56-04-2	Метилтиоурацил	2B	-	0,4	0,4
1634-04-4	Метил-трет-бутиловый эфир	3	C	0,003	0,00015
51218-45-2	Метолахлор	-	C	0,0052	0,00916
2385-85-5	Мирекс	2B	B2	1,8	18
50-07-7	Митомицин С	2B	-	8200	8200
315-22-0	Монокроталин	2B	-	10	10
7440-38-2	Мышьяк, неорг.	1	A	1,5	12
91-20-3	Нафталин	2B	C	0,12	0,12
192-65-4	Нафто(1,2,3,4-def)хризен	3	ND	12	3,9
7440-02-0	Никель	2B	A	-	0,84
13463-39-3	Никель карбонил	1	B2	-	0,91
-	Никель очищенный, пыль	1	A	-	0,84
12035-72-2	Никель субсульфид	1	A	1,7	1,68
55-63-0	Нитроглицерин	-	ND	0,014	0,014
1836-75-5	Нитрофен	2B	-	0,082	0,082
555-84-0	Нифураден	2B	-	0	1,8
3570-75-0	Нифуртиазол	2B	-	2,3	2,3
51-98-9	Норестирен ацетат	-	-	0,047	-
78-42-2	О,О,О-Трис-(2-этилгексил) фосфат	-	C	0,0032	-
64-67-5	О,О-Диэтилсульфат	2A	-	1,2	1,2
97-56-3	о-Аминоазотолуол	2B	-	3,8	3,8
-	Общие углеводороды (по С)	-	-	-	0,035
77732-09-3	Оксадиксил	-	C	0,053	-
42874-03-3	Оксифлуорфен	-	C	0,0732	-
88-73-3	о-Нитрохлорбензол	2B	B2	0,0097	0,025

116

CAS	Вещество	МАИР	U.S.EPA	SF ₀	SF _i
19044-88-3	Оризалин	-	C	0,13	-
569-61-9	Основной красный 9	2B	-	240	0,25
62-44-2	п-Ацетофенетидин	1	-	0,0022	0,0022
87-84-3	Пентабром-6-хлорциклогексан	-	C	0,023	0,023
82-68-8	Пентахлорнитробензол	3	C	0,26	0,26
87-86-5	Пентахлорфенол	1	B2	0,12	0,018
52645-53-1	Перметрин	3	C	0,0184	0,0184
-	Пигмент красный	3	-	0,0053	0,0053
121-21-1	Пиретрин 1	-	B	0,00514	-
123343-16-8	Пиритиобак-натрий	-	C	0,00105	-
120-80-9	Пирокатехин	2B	ND	0,009	0,009
1694-09-3	Пищевой фиолетовый 2	2B	-	0,02	0,02
100-00-5	п-Нитрохлорбензол	2B	B2	0,0067	0,018
1336-36-3	Полихлорированные бифенилы	1	B2	0,4	0,4
65996-93-2	Полициклические органические вещества	1	-	7,3	0,7
-	Понсо 3R	2B	-	0,016	0,016
3761-53-3	Понсо МХ	2B	-	0,0045	0,0045
366-70-1	Прокарбазин гидрохлорид	2A	-	12	12
23950-58-5	Пронамид	-	B2	0,0154	0,0154
139-40-2	Пропазин	-	C	0,0445	-
2312-35-8	Пропаргит	-	B2	0,0171	-
60207-90-1	Пропиканозол	-	C	0,0179	-
75-56-9	Пропиленоксид	2B	B2	0,24	0,013
51-52-5	Пропилтиоурацил	2B	-	1	1
114-26-1	Пропоксур	-	B2	0,00369	0,00369
67747-09-5	Прохлаца	-	C	0,15	0,15
16071-86-6	Прямой коричневый 95	1	A	9,3	6,7
2602-46-2	Прямой синий 6	1	A	8,1	7,4
1937-37-7	Прямой черный 38	1	A	8,6	7,4
5216-25-1	п-Хлорбензотрихлорид	-	B2	20	20
50-55-5	Резерпин	3	-	11	11
50471-44-8	Ронилан	-	C	0,29	-
19666-30-9	Ронстар	-	B2	0,14	-
78587-05-0	Савей	-	C	0,0222	-
-	Сажа (углерод)	2B	-	-	0,0155
94-59-7	Сафрол	2B	B2	0,22	0,22
7439-92-1	Свинец	2B	B2	0,0085	0,042
301-04-2	Свинец ацетат	3	-	0,21	0,28
1335-32-6	Свинец ацетат, основной	3	-	0,038	0,038
7758-97-6	Свинец хромат	2A	-	0,017	-
7446-27-7	Свинец(II)фосфат(3:2)	2A	-	0,0085	0,042
122-34-9	Симазин	3	C	0,12	0,12
2784-94-3	Синий N 1	2B	-	0,051	0,051
55283-68-6	Сонален	-	C	0,089	-
10048-13-2	Стеригматоцистин	2B	-	0,22	35
100-42-5	Стирол	2A	C	0,03	0,002

117

CAS	Вещество	МАИР	U.S.EPA	SF ₀	SF _i
96-09-3	Стиролоксид	2A	-	0,16	0,16
95-06-7	Сульфаллат	2B	-	0,19	0,19
141776-32-1	Сульфосульфурон	-	B2	0,00103	-
32809-16-8	Сумилекс	-	B2	0,0235	-
33089-61-1	Тактик	-	C	0,0497	-
2593-15-9	Терракур	-	B2	0,072	-
109-99-9	Тетрагидрофуран	2B	-	0,0076	0,0068
112281-77-3	Тетраконазол	-	B2	0,037	-
56-23-5	Тетрахлорметан	2B	B2	0,13	0,053
118-75-2	Тетрахлорхинон	-	C	0,403	0,4
127-18-4	Тетрахлорэтилен	2A	B2	0,0021	0,002
111988-49-9	Тиаклоприд	-	-	0,0406	0,0406
153719-23-4	Тиаметоксам	-	B2	0,0377	
62-55-5	Тиоацетамид	2B	A	6,1	6,1
59669-26-0	Тиодикарб	-	B2	0,0188	-
62-56-6	Тиомочевина	3	B2	0,072	0,072
52-24-4	Тиофосфамид	1	-	12	12
8001-35-2	Токсафен	2B	B2	1,1	1,2
91-08-7	Толуол-2,6-диизоцианат	2B	ND	0,039	0,039
26471-62-5	Толуолдиизоцианат	2B	-	0,039	0,039
87820-88-0	Тралкоксидим	-	B2	0,0168	-
87820-88-0	Тралкоксидим	-	-	0,0168	0,0048
764-41-0	транс-1,4-Дихлорбут-2-ен	3	B2	9,3	9,3
25962-77-9	транс-2-[(Диметиламино) метиламино]-5-[2-(5-нитро-2-фурил)-винил]-1,3,4-оксадиазол	2B	-	120	39
55738-54-0	транс-2-[(Диметиламино) метилимино]-5-[2-(5-нитро-2-фурил)винил]-1,3,4-оксадиазол; CAS 25962-77-0	2B	-	0,44	0,44
75-65-0	трет-Бутанол	-	-	0,003	-
1582-09-8	Трефлан	3	C	0,0077	0,0077
115-96-8	Три(2-хлорэтил)фосфат	3	C	0,014	-
2303-17-5	Триаллат	-	C	0,0717	0,0832
712-68-5	Триафур	2B	-	16	16
126-73-8	Трибутилфосфат	-	B2	0,009	-
512-56-1	Триметилфосфат	-	B2	0,02	0,037
62450-06-0	Триптофан Р1	2B	-	26	26
62450-07-1	Триптофан Р-2	2B	-	3,2	3,2
126-72-7	Трис(2,3-дибромпропил) фосфат	2A	B2	2,3	2,3
76-87-9	Трифениловогогидроксид	-	B2	1,83	-
79-01-6	Трихлорэтилен	1	B2	0,011	0,0063
1333-86-4	Углерод черный	2B	-	-	0,017
51-79-6	Уретан	2A	ND	1	1
136-40-3	Феназопиридин гидрохлорид	2B	-	0,15	0,15
114369-43-6	Фенбуконазол	-	C	0,00359	-
3546-10-9	Фенестерин	-	-	150	150
95-54-5	Фенилен-1,2-диамин	2B	B2	0,047	-

118

CAS	Вещество	МАИР	U.S.EPA	SF ₀	SF _i
95-80-7	Фенилен-2,4-диамин	2В	B2	3,2	4
50-06-6	Фенобарбитал	2В	-	0,46	0,46
63-92-3	Феноксibenзамин гидрохлорид	2В	-	2,7	2,7
79622-59-6	Флуазидам	-	D	0,054	-
2164-17-2	Флуометурон	3	C	0,018	-
117337-19-6	Флутацет-метил	-	B	2	0,57
17337-19-6	Флутиацет-метил	-	B1	0,207	-
72178-02-0	Фомесафем	-	C	0,19	0,19
50-00-0	Формальдегид	1	B1	-	0,046
67-45-8	Фуразолидон	3	B2	3,8	3,8
59-87-0	Фурациллин	3	B2	1,5	9,4
3688-53-7	Фуриламид	2В	-	0,24	0,24
531-82-8	Фуриум	2В	B2	50	1,5
60568-05-0	Фурмециклокс	-	B2	0,03	0,03
91-22-5	Хинолин	2В	B2	3	12
510-15-6	Хлорбензилат	3	B2	0,27	0,27
305-03-3	Хлорбутин	1	-	0,0023	440
57-74-9	Хлордан	2В	B2	1,3	1,2
12789-03-6	Хлордан технический	искл	B2	0,035	0,35
73506-94-2	Хлордибромэтан	-	-	0,084	0
6164-98-3	Хлордимерформ	3	B2	1,3	-
-	Хлорированные диоксины и дибензофураны	1	-	130000	130000
108171-26-2	Хлорированные парафины C12 (60% хлора)	2В	ND	0,089	0,089
74-87-3	Хлорметан	3	E	0,013	0,0063
107-30-2	Хлорметоксиметан	1	A	2,4	2,4
1897-45-6	Хлороталонил	2В	B2	0,011	0,0031
67-66-3	Хлороформ	2В	B2	0,0061	0,008
61788-33-8	Хлортерфенилы	-	-	4,5	0
569-57-3	Хлортирианизен	-	-	240	240
25167-80-0	Хлорфенолы	2В	-	0,12	-
115-28-6	Хлорэндиковая кислота	2В	D	0,091	0,091
218-01-9	Хризен	2В	B2	2	0,0031
7440-47-3	Хром	3	A	-	42
18540-29-9	Хром (YI)	1	A	0,42	42
1333-82-0	Хром триоксид	1	A	0,42	42
7738-94-5	Хромовая кислота	1	A	-	42
21725-46-2	Цианазин	-	C	0,84	0,84
420-04-2	Цианамид	-	C	0,0674	0
121-82-4	Циклонит	-	C	0,11	0,11
6055-19-2	Циклофосфамид гидрат	1	-	0,57	0,57
50-18-0	Циклофосфан	1	-	0,61	0,61
87-29-6	Циннамилантранилат	3	-	0,0046	0,0046
52315-07-8	Циперметрин	-	C	0,019	0,019
113096-99-4	Ципроконазол	-	B2	0,302	0,08
94361-06-5	Ципроконазол (SAN 619F)	-	B2	0,3	-

CAS	Вещество	МАИР	U.S.EPA	SF _o	SF _i
66215-27-8	Циромазин	-	E	0,0024	0,0024
8007-45-2	Эмиссии доменного производства. Каменноугольные смолы	1	A	-	2,17
106-89-8	Эпихлоргидрин	2A	B2	0,0099	0,0042
50-28-2	Эстрадиол	-	-	39	39
140-88-5	Этилакрилат	2B	B2	0,048	0,048
100-41-4	Этилбензол	2B	D	-	0,00385
151-56-4	Этиленимин	2B	B2	65	65
75-21-8	Этиленоксид	1	B1	1	0,35
96-45-7	Этилентиомочевина	3	B2	0,11	0,045
62-50-0	Этилметансульфонат	2B	B2	293	-
13194-48-4	Этопроп	-	B1	0,0281	0,0281
80844-07-1	Этофенпрокс	-	C	0,0051	-

Таблица П1.5

ДСД, УПНП и УПМП для некоторых химических веществ

Название вещества	ДСД (мг/кг массы тела/сут.)	УПНП (мг/кг массы тела/нед.)	Примечание
Свинец	-	0,025	-
Кадмий	-	0,007	-
Мышьяк	-	0,015	-
Ртуть	-	0,005	-
Цинк	0,3-1,0	-	-
Медь	0,05-0,5	-	-
Железо	0,8	-	не относится к оксидам железа, используемым в качестве красящих агентов, а также к препаратам железа, применяемым по клиническим показаниям
Йод	0,017	-	-
Пестициды	в соответствии с главой IX СанПиН 1.2.3685-21	-	-
Зеараленон	-	0,0005	-
Фумонизины В ₁ , В ₂ , В ₃	0,002	-	-
Охратоксин А	-	0,0001	-
Патулин	0,0004	-	-
Т-2 токсин и НТ-2 токсин	0,00006	-	-
Полихлорированные дибензодиоксины, полихлорированные дибензофураны и копланарные полихлорированные бифенилы	условно переносимое месячное поступление (УПМП) – 70 мг/кг массы тела/мес		-
Нитриты	0-0,07	-	по нитрит-иону
Нитраты	0-3,7	-	по нитрат-иону

Стратегии коммуникации риска

Стратегия	Цель	Тактика	Пример
№ 1. Санитарное просвещение (и связи с заинтересованными сторонами): когда угроза относительно мала и эмоциональная вовлеченность низкая или наблюдается апатия	- выявить развитие обеспокоенности (мониторинг); - поддерживать вовлеченность общества и заинтересованных сторон в текущих проектах	- составлять сообщения на основе достоверных научных данных; - распространять общую информацию, которая обычно достаточна, но стараться выявить проблемы на раннем этапе; - рассчитывать на самомотивацию аудитории в части поиска и использования коммуникационных материалов	- использование веб-сайта или информационных бюллетеней для поддержки информирования; - листовки, например, о безопасности пищевых продуктов, физической активности, профилактических медицинских скринингах
№ 2: Пропаганда мер предосторожности: когда опасность велика, но люди не испытывают значительной обеспокоенности	- вызывать эмоции – повысить обеспокоенность общества до вашего уровня (не выше), так чтобы они предприняли желаемые действия	- исключительно в этой ситуации можно увеличить обеспокоенность общества, однако следует остановить ее рост по достижении уровня озабоченности, на котором находятся эксперты; - избегать чрезмерного драматизирования ситуации; не прибегать к запугиванию; честность и открытость; - побуждать население к принятию мер с целью избегания вторичного кризиса в связи с рассматриваемым риском; - выпускать сообщения на основании достоверных научных данных, но на непрофессиональном языке	- пропаганда отказа от курения, вакцинация и другое; - населению необходима информация для понимания уровня риска и принятия необходимых мер в целях защиты своего здоровья
№ 3. Управление обеспокоенностью: когда опасность невелика (незначительная или нулевая угроза), но люди крайне встревожены (их реакция не соответствует реальному уровню риска	- успокоить людей, уважительно и применяя рациональные аргументы; - донести факты и объективные свидетельства; - с пониманием относиться к проявлениям гнева и страха	- реагировать быстро и регулярно; - выслушивать опасения населения; - принести извинения за допущенные вашей организацией ошибки, если обеспокоенность вызвана именно ими; - разъяснить реальную степень опасности; - сослаться на надежные внешние источники (например, экспертов, научные исследования); - скорректировать ошибочную информацию; - опровергнуть ошибочные слухи	- вакцинация (корь, эпидемический паротит); - электромагнитное излучение

Стратегия	Цель	Тактика	Пример
№ 4. Кризисная коммуникация: когда угроза велика и страх населения (соответственно) высок.	- информировать все заинтересованные стороны в равной степени; - придать нужную направленность поведению общества	- оперативное и регулярное предоставление информации (в острой фазе кризиса обновлять информацию ежедневно и даже чаще); - информирование о действиях по разрешению рассматриваемой ситуации (например, социальная мобилизация, социальные сети, СМИ, авторитетные представители организаций); - прислушиваться к выражаемым опасениям и активно реагировать (определенный уровень страха или озабоченности необходим, чтобы мотивировать людей на действия для защиты своего здоровья); - корректировать не соответствующую реальности информацию и опровергайте слухи; - открытость и честное признание отсутствия полной информации по какому-либо вопросу; в кризисной ситуации значительной части информации, вероятно, будет недоставать или, по крайней мере, в начале она будет не вполне определенной; - выступить с сообщением, дающим импульс к действию; - включить население в какую-либо деятельность (создает ощущение контролируемости риска); - влиять на эмоциональный фон; - проявлять сопереживание, но не следует переусердствовать в успокаивающих заверениях	- стихийные бедствия (землетрясение, наводнение); - вспышки лихорадки Эбола, гриппа H5N1; - утечка радиации с ядерной станции

Приоритетные вещества для изучения многосредового риска, обусловленного межсредовыми переходами и (или) трансграничными переносами химического загрязнения

CAS	Загрязняющее вещество
79-34-5	1,1,2,2-Тетрахлорэтан
79-00-5	1,1,2-Трихлорэтан
542-88-1	1,1'-Дихлордиметиловый эфир
75-34-3	1,1-Дихлорэтан
39001-02-0	1,2,3,4,5,6,7,8-Октахлордибензофуран
35822-46-9	1,2,3,4,6,7,8-Гептахлордибензо-п-диоксин
67562-39-4	1,2,3,4,6,7,8-Гептахлордибензофуран
55673-89-7	1,2,3,4,7,8,9-Гептахлордибензофуран
39227-28-6	1,2,3,4,7,8-Гексахлордибензо-п-диоксин
70648-26-9	1,2,3,4,7,8-Гексахлордибензофуран
634-66-2	1,2,3,4-Тетрахлорбензол
57653-85-7	1,2,3,6,7,8-Гексахлордибензо-п-диоксин
57117-44-9	1,2,3,6,7,8-Гексахлордибензофуран
19408-74-3	1,2,3,7,8,9-Гексахлордибензо-п-диоксин
72918-21-9	1,2,3,7,8,9-Гексахлордибензофуран
40321-76-4	1,2,3,7,8-Пентахлордибензо-п-диоксин
87-61-6	1,2,3-Трихлорбензол
106-93-4	1,2-Дибромэтан
122-66-7	1,2-Дифенилгидразин
78-87-5	1,2-Дихлорпропан
107-06-2	1,2-Дихлорэтан
65510-44-3	1,3,6,8-Тетранитрокарбазол
106-99-0	1,3-Бутадиен
1120-71-4	1,3-Пропансульфон
123-91-1	1,4-Диоксан
106-46-7	1,4-Дихлорбензол
42397-65-9	1,8-Динитропирен
5522-43-0	1-Нитропирен
69782-90-7	1-Проопен, 2-хлор-, диацетат
38380-08-4	2,3,3',4,4',5-Гексахлорбифенил
32598-14-4	2,3,3',4,4'-Пентахлорбифенил
31508-00-6	2,3',4,4'5-Пентахлорбифенил
60851-34-5	2,3,4,6,7,8-Гексахлордибензофуран
58-90-2	2,3,4,6-Тетрахлорфенол
57117-31-4	2,3,4,7,8-Пентахлордибензофуран
1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордибензо-п-диоксин
51207-31-9	2,3,7,8-Тетрахлордибензофуран
88-06-2	2,4,6-Трихлорфенол
615-05-4	2,4-Диаминоанизол
584-84-9	2,4-Голуиленидиизоцианат
117-79-3	2-Аминоантрахинон
90-04-0	2-Метоксианилин
607-57-8	2-Нитрофлуорен
10137-73-2	2-Циклопентиловый эфир
56-23-5	2-Этилгексилгексилнитрит

123

CAS	Загрязняющее вещество
32774-16-6	3,3',4,4',5,5'-Гексахлорбифенил
32598-13-3	3,3',4,4'-Тетрахлорбифенил
70362-50-4	3,4,4',5 - Тетрахлоробифенил
91-94-1	3,3'-Дихлорбензидин
56-49-5	3-Метилхолантрен
96-12-8	3-Хлор-1,2-дибромпропан
101-77-9	4,4'-Диаминодифенилметан
101-14-4	4,4'-Метиленбис(2-хлоранилин)
57835-92-4	4-Нитропирен
95-69-2	4-Хлор-2-метиланилин
3697-24-3	5-Метилхризен
7496-02-8	6-Нитрохризен
57-97-6	7,12-Диметилбенз[а]антрацен
194-59-2	7-Н-Дибензо[с, g]карбазол
156-10-5	N-(4-Нитрозофенил)анилин
90-94-8	N,N,N,N-Тетраметил-4,4'-диаминобензофенон
924-16-3	N-Нитрозодибутиламин
62-75-9	N-Нитрозодиметиламин
621-64-7	N-Нитрозодипропиламин
86-30-6	N-Нитрозодифениламин
55-18-5	N-Нитрозодиэтиламин
10595-95-6	N-Нитрозометилэтиламин
59-89-2	N-Нитрозоморфолин
100-75-4	N-Нитрозопиперидин
930-55-2	N-Нитрозопирролидин
79-06-1	Акриламид
107-13-1	Акрилонитрил
116-06-3	Алдикапб
309-00-2	Алдрин
107-05-1	Аллил хлористый
319-84-6	альфа-Линдан
7429-90-5	Алюминий, растворимые соли и алкилы (по Al)
62-53-3	Анилин
120-12-7	Антрацен
1332-21-4	Асбесты
1912-24-9	Атразин
83-32-9	Аценафтен
75-07-0	Ацетальдегид
60-35-5	Ацетамид
56-55-3	Бенз[а]антрацен
92-87-5	Бензидин
100-44-7	Бензил хлористый
50-32-8	Бензо(а)пирен
205-99-2	Бензо[b]флуорантен
192-97-2	Бензо[e]пирен
205-82-3	Бензо[j]флуорантен
207-08-9	Бензо[k]флуорантен
7440-41-7	Бериллий
319-85-7	бета-Линдан
PM5	Взвешенные частицы с диаметром 5 и менее мкм*
75-01-4	Винилхлорид
608-73-1	Гексахлоран
118-74-1	Гексахлорбензол

124

CAS	Загрязняющее вещество
87-68-3	Гексахлорбутадиен
77-47-4	Гексахлорциклопентадиен
67-72-1	Гексахлорэтан
76-44-8	Гептахлор
302-01-2	Гидразин
10034-93-2	Гидразин сульфат
50-29-3	ДДТ
117-81-7	Ди(2-этилгексил)фталат
224-42-0	Дибен[а, j]акридин
226-36-8	Дибенз[а, h]акридин
53-70-3	Дибензо(а, h)антрацен
189-64-0	Дибензо[а, h]пирен
189-55-9	Дибензо[а, i]пирен
191-30-0	Дибензо[а, l]пирен
75-09-2	Дихлорметан
60-57-1	Диэлдрин
193-39-5	Индено[1, 2, 3-с, d]пирен
7440-43-9	Кадмий и его неорганические соединения
7758-01-2	Калий бромат
7440-48-4	Кобальт
8001-58-9	Креозот
135-20-6	Купферрон
58-89-9	Линдан
7439-96-5	Марганец и его неорганические соединения
7440-50-8	Медь
2385-85-5	Мирекс
7440-38-2	Мышьяк и его неорганические соединения
57465-28-8	Натрий 6-аминогексаноат
7440-02-0	Никель
1313-99-1	Никель оксид
115-86-6	О, О, О-Трифенилфосфат
3268-87-9	Октахлордибензо-п-диоксин
1945-53-5	Палюстриновая кислота
608-93-5	Пентахлорбензол
87-86-5	Пентахлорфенол
198-55-0	Перилен
129-00-0	Пирен
74472-37-0	Поли(оксиметилен)
130498-29-2	Полиароматические углеводороды, ПАУ
1336-36-3	Полихлорированные бифенилы (ПХБ)
75-56-9	Пропиленоксид
7005-72-3	п-Хлорфенилфениловый эфир
7439-97-6	Ртуть
7439-92-1	Свинец
7782-49-2	Селен и его неорганические соединения
1582-09-8	Серебро
58-90-2	Серебро и его неорганические соединения
7440-22-4	Серебро метаолл
122-34-9	Симазин
2539-17-5	Тетрахлоргваякол
62-56-6	Тиомочевина
8001-35-2	Токсафен
91-08-7	Толуол-2,6-диизоцианат

125

CAS	Загрязняющее вещество
688-73-3	Трибутилолово
79-01-6	Трихлорэтилен
7440-61-1	Уран
85-01-8	Фенантрен
95-80-7	Фенилен-2,4-диамин
206-44-0	Флуорантен
50-00-0	Формальдегид
16984-48-8	Фториды неорганические хорошо растворимые
108-90-7	Хлорбензол
57-74-9	Хлордан
	Хлорированные дифенилдиоксины и дифенилфураны
108171-26-2	Хлорированные парафины C12(60% хлора)
67-66-3	Хлороформ
2921-88-2	Хлорпирифос
218-01-9	Хризен
18540-29-9	Хром (VI)
21725-46-2	Цианазин
57-12-5	Цианиды
7440-66-6	Цинк и его соединения
	Эмиссии дизельных двигателей
115-29-7	Эндосульфат
72-20-8	Эндрин
52663-72-6	Этанол, 2,2'- 1,2-этилендибис(окси) bis-, динитрат
75-21-8	Этиленоксид
Примечание: * только для межграницных переносов.	

Рекомендуемый перечень основных приоритетных баз данных и(или) источников информации

I. Базы данных и (или) источники информации первого уровня приоритетности:

1. Всемирная организация здравоохранения (ВОЗ) (англ. World Health Organization, WHO): www.who.int (в свободном доступе).

2. Федеральный регистр потенциально опасных химических и биологических веществ: www.rpohv.ru (в свободном доступе).

2. Международное агентство по изучению рака (МАИР) (англ. International Agency for Research on Cancer, IARC): iarc.fr (в свободном доступе).

3. Объединенный экспертный комитет ФАО/ВОЗ по пищевым добавкам (англ. The Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives, JECFA): apps.who.int/food-additives-contaminants-jecfa-database/search.aspx (в свободном доступе).

4. Комиссия «Кодекс Алиментариус» (англ. Codex Alimentarius Commission): www.fao.org/fao-who-codexalimentarius/en (в свободном доступе).

5. Европейское агентство по безопасности продуктов питания (англ. European Food Safety Authority, EFSA): www.efsa.europa.eu (в свободном доступе).

6. Директивы Евросоюза по качеству воздуха: eur-lex.europa.eu (в свободном доступе).

7. Гигиенические критерии состояния окружающей среды (англ. Environmental Health Criteria, EHC): www.inchem.org/pages/ehc.html (в свободном доступе).

8. Международная программа по химической безопасности (англ. International Programme on Chemical Safety, IPCS): <https://www.who.int/health-topics/chemical-safety> (в свободном доступе).

9. Федеральная интегрированная база данных с параметрами для оценки риска (англ. Integrated Risk Information System, IRIS U.S. EPA): www.epa.gov/iris (в свободном доступе).

II. Базы данных и(или) источники информации второго уровня приоритетности:

1. Перечень временных значений референтных уровней воздействия и факторов канцерогенного потенциала (англ. Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values, PPRTVs U.S. EPA): www.epa.gov/pprtv (в свободном доступе).

III. Базы данных и(или) источники информации третьего уровня приоритетности:

1. Другие документы US EPA: например, Superfund Health Risk Technical Support Center: www.epa.gov/land-research/superfund-health-risk-technical-support-center-stsc#contact (в свободном доступе); таблицы Health Effects Assessment Summary Tables, HEAST: www.cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NCEA&dirEntryId=2877 (в свободном доступе).

2. Данные Агентства по токсическим соединениям и регистрации заболеваний Министерства здравоохранения и соцобеспечения (англ. Agency for Toxic Substances and Disease Registry of the U.S. Department of Health and Human Services, ATSDR): www.atsdr.cdc.gov (в свободном доступе).

3. Данные Калифорнийского агентства по охране окружающей среды (англ. Office of Environmental Health Hazard Assessment, ОЕННА CalEPA): <https://oehha.ca.gov/> (в свободном доступе).

4. Данные Министерства здравоохранения Канады (англ. Health Canada): <https://www.canada.ca/en/health-canada.html> (в свободном доступе).

5. Данные Нидерландского Национального института общественного здравоохранения и окружающей среды (англ. National Institute for Public Health and the Environment, RIVM): www.rivm.nl (в свободном доступе).

Варианты применения факторов относительной активности (PEF) или факторов эквивалентной токсичности (TEF) на этапе идентификации опасности, а также оценки зависимости «экспозиция – ответ» и оценки экспозиции

1. Существует два варианта применения факторов относительной активности (PEF) или факторов эквивалентной токсичности (TEF). В соответствии с 1-м вариантом по величине фактора относительной активности (PEF) или фактора эквивалентной токсичности (TEF) для изучаемого вещества рассчитывается значение его фактора канцерогенного потенциала (SF) по формуле П5.1:

$$SF = SFe \times PEF,$$
 (П5.1)

где:
SF – фактора канцерогенного потенциала изучаемого вещества;
SFe – фактор канцерогенного потенциала у эталонного вещества;
PEF (TEF) – фактор относительной активности или фактор эквивалентной токсичности у изучаемого вещества.

В соответствии со 2-м вариантом обнаруженная концентрация (доза) исследуемого вещества умножается на величину фактора относительной активности (PEF) или фактора эквивалентной токсичности (TEF). Тем самым концентрация (доза) данного соединения пересчитывается на эквивалентное количество эталонного вещества.

Известные значения факторов относительной активности (PEF) или факторов эквивалентной токсичности (TEF) для химических соединений приведены ниже в табл. П5.1 и П5.2. Аналогичный подход может быть использован и для оценки неканцерогенного риска.

Таблица П5.1

Значения факторов относительной активности (PEF) для оценки риска для здоровья человека полициклических ароматических углеводородов (ПАУ)

Вещество	CAS	ВОЗ
Антрацен	120-12-7	0,28-0,32
Бензо(а)пирен	50-32-8	1,0
Бенз(а)антрацен	56-55-3	0,014-0,145
Бензо(б)флуорантен	205-99-2	0,1-0,141
Бензо(к)флуорантен	207-08-9	0,01-0,1
Бензо(і)флуорантен	53-70-3	0,045-0,1
Дибензо[а,е]флуорантен	5385-75-1	1,0
Дибензо[а,е]пирен	192-65-4	1,0
Дибензо[а,һ]пирен	189-64-0	1,0-1,2
Дибензо[а,і]пирен	191-30-0	100,0
Дибензо[а,і]пирен	189-55-9	0,1
Хризен	218-01-9	0,001-0,1

129

Вещество	CAS	ВОЗ
Дибенз[а, h]антрацен	53-70-3	0,89-5,0
Дибенз[а, с]антрацен	215-58-7	0,1
Флуорантен	206-44-0	0,001-0,01
Циклопента[с, d]пирен	287-92-3	0,012-0,1
Индено(1,2,3-с, d)пирен	193-39-5	0,067-0,232

Таблица П5.2

Рекомендуемые коэффициенты эквивалентности токсичности (TEF) для оценки риска здоровью человека полихлорированных дибензо-п-диоксинов, дибензофуранов и диоксиноподобных полихлорированных дифенилов¹⁷

Название вещества	CAS	TEF
Полихлорированные дибензо-п-диоксины (ПХДД)		
2,3,7,8-Тетрахлордибензодиоксин (ТХДД)	1746-01-6	1
1,2,3,7,8-Пентахлордибензодиоксин	40321-76-4	1
1,2,3,4,7,8-Гексахлордибензодиоксин	39227-28-6	0,1
1,2,3,6,7,8-Гексахлордибензодиоксин	57653-85-7	0,1
1,2,3,7,8,9-Гексахлордибензодиоксин	19408-74-3	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Гептахлордибензодиоксин	35822-46-9	0,01
Октахлордибензодиоксин	3268-87-9	0,0003
Полихлорированные дибензофураны (ПХДФ)		
2,3,7,8-Тетрахлордибензофуран (Дибензофуран)	51207-31-9	0,1
1,2,3,7,8-Пентахлордибензофуран	57117-41-6	0,03
2,3,4,7,8- Пентахлордибензофуран	57117-31-4	0,3
1,2,3,4,7,8-Гексахлордибензофуран	70648-26-9	0,1
1,2,3,6,7,8-Гексахлордибензофуран	57117-44-9	0,1
1,2,3,7,8,9-Гексахлордибензофуран	72918-21-9	0,1
2,3,4,6,7,8-Гексахлордибензофуран	60851-34-5	0,1
1,2,3,4,6,7,8-Гептахлордибензофуран	67562-39-4	0,01
1,2,3,4,7,8,9-Гептахлордибензофуран	55673-89-7	0,01
Октахлордибензофуран	39001-02-0	0,0003
Полихлорированные дифенилы*(ПХД)		
3,3',4,4'-Тетрахлорбифенил (ПХБ-77)	32598-13-3	0,0001
3,4,4',5- Тетрахлорбифенил (ПХБ-81)	70362-50-4	0,0003
3,3',4,4',5-Пентахлорбифенил (ПХБ-126)	57465-28-8	0,1
3,3',4,4',5,5'-Гексахлорбифенил (ПХБ-169)	32774-16-6	0,03
2,3,3',4,4'-Пентахлорбифенил (ПХБ-105)	32598-14-4	0,00003
2,3,4,4',5-Пентахлорбифенил (ПХБ-114)	74472-37-0	0,00003
2,3',4,4',5-Пентахлорбифенил (ПХБ-118)	31508-00-6	0,00003
2',3,4,4',5- Пентахлорбифенил (ПХБ-123)	65510-44-3	0,00003
2,3,3',4,4',5-Гексахлорбифенил (ПХБ-156)	38380-08-4	0,00003
2,3,3',4,4',5'-Гексахлорбифенил (ПХБ-157)	69782-90-7	0,00003
2,3',4,4',5,5'- Гексахлорбифенил (ПХБ-167)	52663-72-6	0,00003
2,3,3',4,4',5,5'-Гептахлорбифенил (ПХБ-189)	39635-31-9	0,00003

¹⁷ rais.ornl.gov/documents/dioxin_tef.pdf (в свободном доступе).

Приложение 6
к Р 2.1.10.3968-23

Таблица П6.1

Значения относительного риска (RR) при увеличении концентрации на 10 мкг/м³, используемые для оценки эффективности проводимых мероприятий

Исход воздействия	RR на 0,01 мг/м³ (95% ДИ)*	Оцениваемое население	Источник исходных данных о здоровье	Воздействующая концентрация	Комментарии
Мелкодисперсные взвешенные частицы PM _{2,5} , долговременная экспозиция					
Смертность, все причины (естественные), возраст 30 лет и старше	1,062 (1,040-1,083)	Численность населения 30 лет и старше	Данные Федеральной службы государственной статистики по смертности от всех естественных причин (МКБ-10, классы I-XVIII, коды A-R); число случаев смерти от всех естественных причин на 1000, 10 000 или 100 000 населения за год	Среднегодовая. Учитываются все диапазоны концентраций	-
Мелкодисперсные взвешенные частицы PM _{2,5} , кратковременная экспозиция					
Смертность, все возрасты	1,0123 (1,0045-1,0201)	Численность населения, всего	Статистические данные по суточной смертности от всех естественных причин (МКБ-10, классы I-XVIII, коды A-R); число случаев смерти от всех естественных причин на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)	Среднесуточная. Учитываются все диапазоны концентраций	Только для информации, не предлагается в качестве альтернативы оценке эффектов долговременной экспозиции к PM _{2,5} . Случаи преждевременной смерти, обусловленные кратковременным воздействием PM _{2,5} , уже учтены при оценке эффектов долговременной экспозиции
Госпитализация, сердечно-сосудистые заболевания (далее – ССЗ) (включая инсульт), все возрасты	1,0091 (1,0017-1,0166)	Численность населения, всего	Статистические данные по госпитализации по поводу ССЗ (включая инсульт) МКБ-10, коды I00-I99; число случаев госпитализации по поводу ССЗ на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки	Среднесуточная. Учитываются все диапазоны концентраций	-

Исход воздействия	RR на 0,01 мг/м³ (95% ДИ)*	Оцениваемое население	Источник исходных данных о здоровье	Воздействующая концентрация	Комментарии
Госпитализация, респираторные заболевания, все возрасты	1,0190 (0,9982-1,0402)	Численность населения, всего	Статистические данные по госпитализации по поводу респираторного заболевания, МКБ-10, коды J00-J99; число случаев госпитализации по поводу респираторных заболеваний на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)	Среднесуточная. Учитываются все диапазоны концентраций	-
Озон (O₃), кратковременная экспозиция					
Смертность, все (естественные) причины, все возрасты	1,0029 (1,0014-1,0043)	Численность населения, всего	Данные Федеральной службы государственной статистики по суточной смертности от всех естественных причин, МКБ-10, классы I-XVIII, коды A-R; число случаев смерти от всех естественных причин на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)	дневная максимальная, усредненная за 8 часов	Учитываются уровни воздействия выше 70 мкг/м³
Смертность, все (естественные) причины, все возрасты	1,0029 (1,0014-1,0043)	Численность населения, всего	Данные Федеральной службы государственной статистики по суточной смертности от всех естественных причин, МКБ-10, классы I-XVIII, коды A-R; число случаев смерти от всех естественных причин на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)	дневная максимальная, усредненная за 8 часов	Учитываются уровни воздействия выше 20 мкг/м³

Исход воздействия	RR на 0,01 мг/м³ (95% ДИ)*	Оцениваемое население	Источник исходных данных о здоровье	Воздействующая концентрация	Комментарии
Смертность, ССЗ и респираторные заболевания, все возрасты	ССЗ: 1,0049 (1,0013-1,0085); респираторные заболевания: 1,0029 (0,9989-1,0070)	Численность населения, всего	использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней) Данные Федеральной службы государственной статистики по суточной смертности от ССЗ и респираторным заболеваниям, МКБ-10, коды для ССЗ: 100-199; для респираторных заболеваний: J00-J99; число случаев смерти от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)	дневная максимальная, усредненная за 8 часов	Альтернатива анализу смертности от всех причин. Учитываются уровни воздействия выше 70 мкг/м³
Смертность, ССЗ и респираторные заболевания, все возрасты	ССЗ: 1,0049 (1,0013-1,0085); респираторные заболевания: 1,0029 (0,9989-1,0070)	Численность населения, всего	Данные Федеральной службы государственной статистики по суточной смертности от ССЗ и респираторным заболеваниям, МКБ-10, коды для ССЗ: 100-199; для респираторных заболеваний: J00-J99; число случаев смерти от сердечно-сосудистых и респираторных заболеваний на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)	дневная максимальная, усредненная за 8 часов	Альтернатива анализу смертности от всех причин. Учитываются уровни воздействия выше 20 мкг/м³
Госпитализация, ССЗ (исключая инсульт) и респираторные заболевания, возраст 65 лет и старше	ССЗ: 1,0089 (1,0050-1,0127); респираторные заболевания: 1,0044 (1,0007-1,0083)	Численность населения в возрасте 65 лет и старше	Данные по суточной госпитализации для ССЗ: 100-152; для респираторных заболеваний: J00-J99 (МКБ-10); число случаев госпитализации от сердечно-сосудистых (исключая инсульт) и респираторных заболеваний на 1000,	дневная максимальная, усредненная за 8 часов	Учитываются уровни воздействия выше 70 мкг/м³

Исход воздействия	RR на 0,01 мг/м³ (95% ДИ)*	Оцениваемое население	Источник исходных данных о здоровье	Воздействующая концентрация	Комментарии
			10 000 или 100 000 населения за сутки (возраст 65 лет и старше) (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)		
Госпитализация, ССЗ (исключая инсульт) и респираторные заболевания, возраст 65 лет и старше	ССЗ: 1,0089 (1,0050-1,0127); респираторные заболевания: 1,0044 (1,0007-1,0083)	Численность населения в возрасте 65 лет и старше	Данные по суточной госпитализации для ССЗ: 100-152; для респираторных заболеваний: 100-199 (МКБ-10); число случаев госпитализации от сердечно-сосудистых (исключая инсульт) и респираторных заболеваний на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (возраст 65 лет и старше) (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)	дневная максимальная, усредненная за 8 часов	Учитываются уровни воздействия выше 20 мкг/м³
Азот диоксид (NO₂), кратковременная экспозиция					
Смертность, все (естественные) причины, все возрасты	1,0027 (1,0016-1,0038)	Численность населения, всего	Данные Федеральной службы государственной статистики по суточной смертности от всех естественных причин, МКБ-10, классы I-XVIII, коды A-R; число случаев смерти от всех естественных причин на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)	ежедневная максимальная средняя за 1 час	-
Госпитализация, респираторные заболевания, все возрасты группы	1,0015 (0,9992-1,0038)	Численность населения, всего	Данные по госпитализации с респираторными заболеваниями МКБ-10, коды J00-J99; число случаев госпитализации по поводу	ежедневная максимальная средняя за 1 час	Альтернатива оценкам, основанным на средней 24-часовой концентрации NO₂

Исход воздействия	RR на 0,01 мг/м³ (95% ДИ)*	Оцениваемое население	Источник исходных данных о здоровье	Воздействующая концентрация	Комментарии
			респираторных заболеваний на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)		
Госпитализация, респираторные заболевания, все возрасты	1,0180 (1,0115-1,0245)	Численность населения, всего	Данные по госпитализации с респираторными заболеваниями МКБ-10, коды J00-J99; число случаев госпитализации по поводу респираторных заболеваний на 1000, 10 000 или 100 000 населения за сутки (в случае отсутствия данных о суточных уровнях смертности целесообразно использовать среднегодовой уровень смертности / 365 дней)	среднесуточная	-
Примечание: * – относительный риск (RR) на 0,01 мг/м³ – относительный риск при изменении концентрации загрязняющего вещества на 0,01 мг/м³.					

Таблица П6.2

Значения относительного риска (RR) при увеличении концентрации на 10 мкг/м³, используемые для сравнительной оценки ущерба здоровью

Исход воздействия	RR на 0,01 мг/м³ (95% ДИ)*	Оцениваемое население	Источник исходных данных о здоровье	Воздействующая концентрация	Комментарии
Мелкодисперсные взвешенные частицы PM ₁₀ , долговременная экспозиция					
Распространенность бронхита у детей	1,08 (0,98-1,19)	Дети, возраст 6-12 (или 6-18) лет	Статистические данные о распространенности бронхита	Среднегодовая	-
Заболеваемость хроническим бронхитом у взрослых	1,117 (1,040-1,189)	Взрослые в возрасте 18 лет и старше	Статистические данные о распространенности бронхита	Среднегодовая	-
Мелкодисперсные взвешенные частицы PM ₁₀ , кратковременная экспозиция					
Частота симптомов астмы у детей-астматиков	1,028 (1,006-1,051)	Дети-астматики (5-19 лет)	Статистические данные о распространенности астмы у детей	Среднесуточная	-
Мелкодисперсные взвешенные частицы PM _{2,5} , кратковременная экспозиция					
Потеря рабочих дней	1,047 (1,042-1,053)	Население работоспособного возраста (20-65 лет)	Статистические данные по больничным	2-недельная средняя, преобразованная в среднегодовую	-
Азот диоксид (NO ₂), долговременная экспозиция					
Смертность, все (естественные) причины	1,055 (1,031-1,080)	Взрослые в возрасте 30 лет и старше	Статистические данные по смертности от естественных причин	Среднегодовая	Учитываются уровни воздействия выше 20 мкг/м³
Распространенность симптомов бронхита среди детей	1,021 (0,990-1,060)	Дети-астматики (возраст 5-14 лет)	Статистические данные о распространенности астмы у детей	Среднегодовая	при изменении среднегодовой концентрации NO ₂ на 1 мкг/м³
Озон (O ₃), долговременная экспозиция					
Смертность, респираторные заболевания, взрослые	1,014 (1,005-1,024)	Взрослые в возрасте 30 лет и старше	Статистические данные о смертности от респираторных заболеваний среди взрослого населения	Летние месяцы (апрель-сентябрь), максимальная средняя дневная усредненная за 8 часов	Учитываются уровни воздействия выше 70 мкг/м³
Примечание: * – относительный риск (RR) на 0,01 мг/м³ – относительный риск при изменении концентрации загрязняющего вещества на 0,01 мг/м³.					

Методика расчета вероятности ответов (заболеваний), связанной с действием факторов риска

1. Расчет риска нарушений здоровья населения на базе дополнительной вероятности ответов (заболеваний), связанного с действием химических факторов среды обитания, проводится для параметризации зависимости «экспозиция – ответ». Обязательным предварительным условием такого расчета является эпидемиологическое подтверждение связи включаемых в расчет ответов с экспозицией отдельных факторов риска при помощи показателя отношения шансов (OR). В качестве критерия достоверности такой связи рассматривается условие, что нижняя доверительная граница доверительного интервала (CI) превышает значение 1.

Поперечное сплошное исследование является наиболее часто используемым дизайном исследования. Допустимыми являются динамические виды эпидемиологических исследований (например, когортное, «случай – контроль»). Эпидемиологический анализ распространенности негативных изменений состояния здоровья населения (чаще всего заболеваний) проводится в отношении нозологических форм (групп) заболеваний, патогенетические механизмы развития которых, могут стимулироваться воздействием изучаемых факторов среды обитания.

Расчет вероятности ответов (заболеваний), связанной с действием факторов риска

2. Расчет дополнительной вероятности заболеваний, связанной с действием факторов, проводится в соответствии с математическими моделями, полученными на основе масштабных систематических эпидемиологических и углубленных клинических исследований закономерностей формирования нарушения здоровья населения, проживающего в различных условиях загрязнения объектов среды обитания $p_{ijk} = f_{ijk}(x_{ij})$. Здесь x_{ij} выступает в качестве переменной, характеризующей экспозицию i -го фактора среды обитания и j -му пути поступления.

Исходя из представления процесса формирования заболеваемости как случайных бинарных событий при моделировании причинно-следственных связей вероятности нарушений здоровья с экспозицией целесообразно использовать логистические модели вида (формула П7.1):

$$p_{ijk} = \frac{1}{1 + e^{-(a_{ijk} + b_{ijk}x_{ij})}}, \quad (\text{П7.1})$$

где:

p_{ijk} – вероятность возникновения k -ого заболевания, связанная с действием i -ого фактора среды обитания при j -м пути поступления;

x_{ij} – уровень экспозиции i -го фактора среды обитания при j -м пути поступления;

a_{ijk} , b_{ijk} – параметры моделей, отражающих зависимость вероятности возникновения k -ого заболевания, связанной с действием i -ого фактора среды обитания при j -м пути поступления.

Расчет дополнительной вероятности возникновения заболеваний, связанных с влиянием факторов среды обитания, проводится, исходя из представленных моделей зависимостей и пороговых значений экспозиции факторов, в соответствии с соотношением (формула П7.2):

$$\Delta p_{ijk} = \frac{1}{1 + e^{-(a_{ijk} + b_{ijk}x_{ij})}} - \frac{1}{1 + e^{-(a_{ijk} + b_{ijk}x_{ij}^{кр})}}, \quad (\text{П7.2})$$

где:

Δp_{ijk} – дополнительная вероятность возникновения k -ого заболевания, связанная с действием i -ого фактора среды обитания при j -м пути поступления;

a_{ijk} , b_{ijk} – параметры моделей, отражающих зависимость вероятности возникновения k -ого заболевания, связанной с действием i -ого фактора среды обитания при j -м пути поступления;

x_{ij} – уровень экспозиции i -го фактора среды обитания при j -м пути поступления;

$x_{ij}^{кр}$ – референтный уровень экспозиции i -го фактора среды обитания при j -м пути поступления.

При использовании моделей зависимостей, отличных от логистического вида, следует использовать более общую формулу расчета дополнительной вероятности (формула П7.3):

$$\Delta p_{ijk} = f_{ijk}(x_{ij}) - f_{ijk}(x_{ij}^{кр}), \quad (\text{П7.3})$$

где:

Δp_{ijk} – дополнительная вероятность возникновения k -ого заболевания, связанная с действием i -ого фактора среды обитания при j -м пути поступления;

f_{ijk} – функция вероятности возникновения k -ого заболевания, связанная с действием i -ого фактора среды обитания при j -м пути поступления;

$x_{ij}^{кр}$ – референтный уровень экспозиции i -го фактора среды обитания при j -м пути поступления;

x_{ij} – уровень экспозиции i -го фактора среды обитания при j -м пути поступления.

Расчет риска нарушений здоровья населения на базе дополнительной вероятности ответов (заболеваний), связанного с действием факторов риска

3. Оценка риска нарушений здоровья населения проводится на основе расчета дополнительной вероятности ответов (заболеваний) вследствие воздействия факторов среды обитания с учетом тяжести заболеваний.

При проведении процедуры расчета и последующей оценки риска нарушений здоровья расчет представляется в виде композиции двух составляющих, первая из которых характеризует приемлемый риск, вторая – дополнительный (формула П7.4):

$$R = R^{\text{Приемл}} + \Delta R, \quad (\text{П7.4})$$

где

R – риск здоровью;

$R^{\text{Приемл}}$ – приемлемый уровень риска здоровью;

ΔR – дополнительный риск здоровью.

Уровень дополнительного риска нарушений здоровья определяется дополнительной вероятностью возникновения нарушений здоровья в виде отдельных заболеваний в сопряжении с их тяжестью. Для расчета дополнительного риска используется концептуальное соотношение (формула П7.5):

$$\Delta R = \Delta p \times g, \quad (\text{П7.5})$$

где:

ΔR – дополнительный риск здоровью;

Δp – дополнительная вероятность возникновения заболеваний;

g – коэффициент, тяжести заболевания.

Рекомендуемые показатели тяжести заболеваний представлены в табл. П7.1. При практической реализации соотношения (П 7.2) необходимо строить систему парных оценок показателей риска по трем измерениям – комбинаций «фактор – путь поступления – заболевание» (формула П7.6):

$$\Delta R_{ijk} = \Delta p_{ijk} \times g_k, \quad (\text{П7.6})$$

где:

ΔR_{ijk} – показатель, характеризующий дополнительный риск здоровью, обусловленный k -ым заболеванием, связанным с действием i -го фактора среды обитания по j -му пути поступления;

Δp_{ijk} – дополнительная вероятность возникновения k -го заболевания, связанная с действием i -го фактора среды обитания по j -му пути поступления;

g_k – коэффициент тяжести k -ого заболевания.

Основываясь на результатах расчета дополнительной вероятности и дополнительного риска здоровью, определяются следующие виды дополнительного риска: совокупный, кумулятивный, агрегированный, интегральный.

Дополнительный совокупный риск представляет собой результат обобщений всей совокупности негативных ответов со стороны здоровья, связанных с воздействием отдельных факторов среды обитания как произведения (П) дополнительных рисков, обусловленных k -ым заболеванием (формула П7.7):

$$\Delta R_{ij}^{Cos} = 1 - \prod_k (1 - \Delta R_{ijk}), \quad (\text{П7.7})$$

где:

R^{ij} – уровень дополнительного совокупного риска, связанного с поступлением i -го вещества j -ым путем;

ΔR_{ijk} – показатель, характеризующий дополнительный риск здоровью, обусловленный k -ым заболеванием, связанным с действием i -го фактора среды обитания по j -му пути поступления.

Расчет дополнительного кумулятивного риска, связанного с поступлением нескольких веществ j -ым путем, как произведения (П) дополнительных рисков, связанных с поступлением i -ых веществ производится по формуле П7.8:

139

$$\Delta R_j^{Kум} = 1 - \prod_i (1 - \Delta R_{ij}^{Cов}), \quad (\text{П7.8})$$

где:

$\Delta R_j^{Kум}$ – уровень дополнительного кумулятивного риска, связанного с поступлением химических веществ j -ым путем;

R^{ij} – уровень дополнительного совокупного риска, связанного с поступлением i -го вещества j -ым путем.

Расчет дополнительного агрегированного риска, связанного с поступлением отдельных химических веществ различными путями, как произведения (Π) дополнительных рисков, связанных с поступлением веществ j -ми путями производится по формуле П7.9:

$$\Delta R_i^{Aгр} = 1 - \prod_j (1 - \Delta R_{ij}^{Cов}) \quad (\text{П7.9})$$

где:

$\Delta R_i^{Aгр}$ – уровень дополнительного агрегированного риска, связанного с поступлением i -го вещества различными путями;

R^{ij} – уровень дополнительного совокупного риска, связанного с поступлением i -го вещества j -ым путем.

Дополнительный интегральный риск, обусловленный действием всех химических веществ, поступающих различными путями, определяется по формуле П7.10:

$$\Delta R^{Инт} = 1 - \prod_j \prod_i (1 - \Delta R_{ij}^{Cов}), \quad (\text{П7.10})$$

где:

$\Delta R^{Инт}$ – уровень дополнительного интегрального риска здоровью;

R^{ij} – уровень дополнительного совокупного риска, связанного с поступлением i -го вещества j -ым путем.

В соответствии с соотношением (П7.4) для проведения шкалирования риска выполняется расчет совокупного, кумулятивного, агрегированного, интегрального рисков (формулы П7.11, П7.12, П7.13, П7.14):

$$R_{ij}^{Cов} = R_{\text{Приемл}} + \Delta R_{ij}^{Cов}; \quad (\text{П7.11})$$

$$R_j^{Kум} = R_{\text{Приемл}} + \Delta R_j^{Kум}; \quad (\text{П7.12})$$

$$R_i^{Aгр} = R_{\text{Приемл}} + \Delta R_i^{Aгр}; \quad (\text{П7.13})$$

$$R^{Инт} = R_{\text{Приемл}} + \Delta R^{Инт} \quad (\text{П7.14})$$

где:

$R_{ij}^{Cов}$ – уровень совокупного риска, связанного с поступлением i -го вещества j -ым путем;

$R_j^{Kум}$ – уровень кумулятивного риска, связанного с поступлением химических веществ j -ым путем;

$R_i^{Aгр}$ – уровень агрегированного риска, связанного с поступлением i -го вещества различными путями;

$R^{Инт}$ – уровень интегрального риска здоровью;

R^{ij} – уровень дополнительного совокупного риска, связанного с поступлением i -го вещества j -ым путем;

$\Delta R_j^{Kум}$ – уровень дополнительного кумулятивного риска, связанного с поступлением химических веществ j -ым путем;

$\Delta R_i^{Aгр}$ – уровень дополнительного агрегированного риска, связанного с поступлением i -го вещества различными путями;

$\Delta R^{Инт}$ – уровень дополнительного интегрального риска здоровью;

$R^{Прием.}$ – уровень приемлемого риска здоровью.

Величины дополнительной вероятности возникновения заболеваний являются источником данных для расчета показателей популяционного риска в виде дополнительного количества заболевших вследствие воздействия факторов среды обитания (формула П7.15):

$$P_{ik} = \Delta p_{ik} \times Pop, \quad (\text{П7.15})$$

где:

P_{ik} – дополнительное количество заболевших k -ым заболеванием, обусловленным действием i -ого фактора среды обитания;

Δp_{ik} – дополнительная вероятность возникновения k -го заболевания, связанная с действием i -ого фактора среды обитания;

Pop – численность населения, проживающего в условиях заданного уровня экспозиции факторов среды обитания.

Показатели популяционного риска могут быть агрегированы по факторам для отдельных видов заболеваний (формула П7.16):

$$P_k = \sum_i p_{ik} \times Pop \quad (\text{П7.16})$$

где:

P_k – дополнительное количество заболевших k -ым заболеванием, обусловленным действием нескольких факторов среды обитания;

p_{ik} – дополнительная вероятность возникновения k -ого заболевания, связанная с действием i -ого фактора среды обитания при j -м пути поступления;

Pop – численность населения, проживающего в условиях заданного уровня экспозиции факторов среды обитания.

Примеры параметров моделей зависимости «экспозиция – вероятность ответа», полученных по результатам эпидемиологических и клинических исследований более чем 2850 человек в возрасте до 60 лет (в том числе дети 3-14 лет) в 5 промышленно развитых городах Российской Федерации, представлены в табл. П7.2.

Таблица П7.1
Средневзвешенная тяжесть болезней по нозологическим группам

Наименование нозологической группы	Код МКБ-10	Тяжесть
Кишечные инфекции	A00 - A09	0,141
Туберкулез	A15 - A19	0,333
Некоторые бактериальные зоонозы	A20 - A28	0,101
Другие бактериальные болезни	A30 - A49	0,089
Инфекции, передающиеся преимущественно половым путем	A50 - A64	0,031
Другие болезни, вызываемые спирохетами	A65 - A69	0,053
Другие болезни, вызываемые хламидиями	A70 - A74	0,011
Риккетсиозы	A75 - A79	0,076
Вирусные инфекции центральной нервной системы	A80 - A89	0,089
Вирусные лихорадки, передаваемые членистоногими, и вирусные геморрагические лихорадки	A90 - A99	0,132
Вирусные инфекции, характеризующиеся поражениями кожи и слизистых оболочек	B00 - B09	0,011
Вирусный гепатит	B15 - B19	0,078
Болезнь, вызванная вирусом иммунодефицита человека (ВИЧ)	B20 - B24	0,249
Другие вирусные болезни	B25 - B34	0,026
Микозы	B35 - B49	0,022
Протозойные болезни	B50 - B64	0,006
Гельминтозы	B65 - B83	0,027
Педикулез, акариаз и другие инфекации	B85 - B89	0,027
Последствия инфекционных и паразитарных болезней	B90 - B94	0,078
Бактериальные, вирусные и другие инфекционные агенты	B95 - B97	0,048
Другие инфекционные болезни	B99 - B99	0,077
Злокачественные новообразования губы, полости рта и глотки	C00 - C14	0,494
Злокачественные новообразования органов пищеварения	C15 - C26	0,495
Злокачественные новообразования органов дыхания и грудной клетки	C30 - C39	0,495
Злокачественные новообразования костей и суставов хрящей	C40 - C41	0,496
Меланома и другие злокачественные новообразования кожи	C43 - C44	0,555
Злокачественные новообразования мезотелиальных и мягких тканей	C45 - C49	0,494

Наименование нозологической группы	Код МКБ-10	Тяжесть
Злокачественное новообразование молочной железы	C50 - C50	0,496
Злокачественные новообразования женских половых органов	C51 - C58	0,489
Злокачественные новообразования мужских половых органов	C60 - C63	0,334
Злокачественные новообразования мочевых путей	C64 - C68	0,431
Злокачественные новообразования глаза, головного мозга и других отделов ЦНС	C69 - C72	0,366
Злокачественное новообразование щитовидной железы и других эндокринных желез	C73 - C75	0,483
Злокачественные новообразования неточно обозначенных, вторичных и неуточненных локализаций	C76 - C80	0,496
Злокачественные новообразования лимфоидной, кроветворной и родственных им тканей	C81 - C96	0,474
Злокачественные новообразования самостоятельных (первичных) множественных локализаций	C97 - C97	0,482
Новообразования <i>in situ</i>	D00 - D09	0,482
Доброкачественные новообразования	D10 - D36	0,094
Новообразования неопределенного или неизвестного характера	D37 - D48	0,113
Анемии, связанные с питанием	D50 - D53	0,017
Анемии вследствие ферментных нарушений	D55 - D59	0,100
Апластические и другие анемии	D60 - D64	0,022
Нарушения свертываемости крови, пурпура и другие геморрагические состояния	D65 - D69	0,090
Другие болезни крови и кроветворных органов	D70 - D77	0,090
Отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	D80 - D89	0,116
Болезни щитовидной железы	E00 - E07	0,086
Сахарный диабет	E10 - E14	0,073
Другие нарушения регуляции глюкозы и внутренней секреции поджелудочной железы	E15 - E16	0,090
Нарушения других эндокринных желез	E20 - E35	0,090
Недостаточность питания	E40 - E46	0,109
Другие виды недостаточности питания	E50 - E64	0,103
Ожирение и другие виды избыточности питания	E65 - E68	0,090
Нарушения обмена веществ	E70 - E90	0,091
Органические, включая симптоматические психические расстройства	F00 - F09	0,410
Психические расстройства и расстройства поведения, связанные с употреблением психоактивных веществ	F10 - F19	0,311
Шизофрения, психотипические и бредовые расстройства	F20 - F29	0,741

Наименование нозологической группы	Код МКБ-10	Тяжесть
Расстройства настроения (аффективные расстройства)	F30 - F39	0,293
Неврогические, связанные со стрессом и соматоформные расстройства	F40 - F48	0,261
Поведенческие синдромы, связанные с физиологическими нарушениями и физическими факторами	F50 - F59	0,138
Расстройства личности и поведения в зрелом возрасте	F60 - F69	0,133
Умственная отсталость	F70 - F79	0,144
Расстройства психологического развития	F80 - F89	0,053
Эмоциональные расстройства и расстройства поведения, начинающиеся обычно в детском и подростковом возрасте	F90 - F98	0,084
Психическое расстройство без дополнительных уточнений	F99 - F99	0,030
Воспалительные болезни центральной нервной системы	G00 - G09	0,074
Системные атрофии, поражающие преимущественно центральную нервную систему	G10 - G13	0,249
Экстрапирамидные и другие двигательные нарушения	G20 - G26	0,299
Другие дегенеративные болезни нервной системы	G30 - G32	0,357
Демиелинизирующие болезни центральной нервной системы	G35 - G37	0,529
Эпизодические и пароксизмальные расстройства	G40 - G47	0,142
Поражения отдельных нервов, нервных корешков и сплетений	G50 - G59	0,208
Полиневропатии и другие поражения периферической нервной системы	G60 - G64	0,220
Болезни нервно-мышечного синапса и мышц	G70 - G73	0,200
Церебральный паралич и другие паралитические синдромы	G80 - G83	0,236
Другие нарушения нервной системы	G90 - G99	0,142
Болезни век, слезных путей и глазницы	H00 - H06	0,009
Болезни конъюнктивы	H10 - H13	0,009
Болезни склеры, роговицы, радужной оболочки и цилиарного тела	H15 - H22	0,139
Болезни хрусталика	H25 - H28	0,184
Болезни сосудистой оболочки и сетчатки	H30 - H36	0,143
Глаукома	H40 - H42	0,184
Болезни стекловидного тела и глазного яблока	H43 - H45	0,184
Болезни зрительного нерва и зрительных путей	H46 - H48	0,184
Болезни мышц глаза, нарушения содружественного движения глаз, аккомодации и рефракции	H49 - H52	0,024
Зрительные расстройства и слепота	H53 - H54	0,040

Наименование нозологической группы	Код МКБ-10	Тяжесть
Другие болезни глаза и его придаточного аппарата	H55 - H59	0,010
Болезни наружного уха	H60 - H62	0,009
Болезни среднего уха и сосцевидного отростка	H65 - H75	0,026
Болезни внутреннего уха	H80 - H83	0,175
Другие болезни уха	H90 - H95	0,041
Острая ревматическая лихорадка	I00 - I02	0,058
Хронические ревматические болезни сердца	I05 - I09	0,059
Болезни, характеризующиеся повышенным кровяным давлением	I10 - I15	0,062
Ишемическая болезнь сердца	I20 - I25	0,075
Легочное сердце и нарушения легочного кровообращения	I26 - I28	0,214
Другие болезни сердца	I30 - I52	0,131
Цереброваскулярные болезни	I60 - I69	0,071
Болезни артерий, артериол и капилляров	I70 - I79	0,078
Болезни вен, лимфатических сосудов и лимфатических узлов, не классифицированные в других рубриках	I80 - I89	0,051
Другие и неуточненные болезни системы кровообращения	I95 - I99	0,075
Острые респираторные инфекции верхних дыхательных путей	J00 - J06	0,006
Грипп и пневмония	J10 - J18	0,051
Другие острые респираторные инфекции нижних дыхательных путей	J20 - J22	0,051
Другие болезни верхних дыхательных путей	J30 - J39	0,016
Хронические болезни нижних дыхательных путей	J40 - J47	0,105
Болезни легкого, вызванные внешними агентами	J60 - J70	0,155
Другие респираторные болезни, поражающие главным образом интерстициальную ткань	J80 - J84	0,029
Гнойные и некротические состояния нижних дыхательных путей	J85 - J86	0,215
Другие болезни плевры	J90 - J94	0,156
Другие болезни органов дыхания	J95 - J99	0,194
Болезни полости рта, слюнных желез и челюстей	K00 - K14	0,008
Болезни пищевода, желудка и двенадцатиперстной кишки	K20 - K31	0,173
Болезни аппендикса (червеобразного отростка)	K35 - K38	0,297
Грыжи	K40 - K46	0,011

Наименование нозологической группы	Код МКБ-10	Тяжесть
Неинфекционный энтерит и колит	K50 - K52	0,221
Другие болезни кишечника	K55 - K63	0,084
Болезни брюшины	K65 - K67	0,207
Болезни печени	K70 - K77	0,221
Болезни желчного пузыря, желчевыводящих путей и поджелудочной железы	K80 - K87	0,062
Другие болезни органов пищеварения	K90 - K93	0,206
Инфекции кожи и подкожной клетчатки	L00 - L08	0,052
Буллезные нарушения	L10 - L14	0,076
Дерматит и экзема	L20 - L30	0,062
Папулосквамозные нарушения	L40 - L45	0,162
Крапивница и эритема	L50 - L54	0,048
Болезни кожи и подкожной клетчатки, связанные с воздействием излучения	L55 - L59	0,057
Болезни придатков кожи	L60 - L75	0,051
Другие болезни кожи и подкожной клетчатки	L80 - L99	0,053
Артропатии	M00 - M25	0,130
Системные поражения соединительной ткани	M30 - M36	0,142
Дорсопатии	M40 - M54	0,053
Болезни мягких тканей	M60 - M79	0,028
Остеопатии и хондропатии	M80 - M94	0,230
Другие нарушения костно-мышечной системы и соединительной ткани	M95 - M99	0,025
Гломерулярные болезни	N00 - N08	0,078
Тубулоинтерстициальные болезни почек	N10 - N16	0,086
Почечная недостаточность	N17 - N19	0,393
Мочекаменная болезнь	N20 - N23	0,111
Другие болезни почки и мочеточника	N25 - N29	0,088
Другие болезни мочевыделительной системы	N30 - N39	0,074
Болезни мужских половых органов	N40 - N51	0,083
Болезни молочной железы	N60 - N64	0,095
Воспалительные болезни женских тазовых органов	N70 - N77	0,106
Невоспалительные болезни женских половых органов	N80 - N98	0,094

Наименование нозологической группы	Код МКБ-10	Тяжесть
Другие нарушения мочеполовой системы	N99 - N99	0,086
Беременность с абортным исходом	O00 - O08	0,114
Отеки, протеинурия и гипертензивные расстройства во время беременности, родов и послеродовом периоде	O10 - O16	0,050
Другие болезни матери, связанные преимущественно с беременностью	O20 - O29	0,065
Медицинская помощь матери в связи с состоянием плода, амниотической полости и возможными трудностями родоразрешения	O30 - O48	0,083
Осложнения родов и родоразрешения	O60 - O75	0,083
Роды одноплодные, самопроизвольное родоразрешение	O80 - O84	0,088
Осложнения, связанные преимущественно с послеродовым периодом	O85 - O92	0,059
Другие акушерские состояния, не классифицированные в других рубриках	O95 - O99	0,062
Поражения плода и новорожденного, обусловленные состояниями матери, осложнениями беременности, родов и родоразрешения	P00 - P04	0,082
Расстройства, связанные с продолжительностью беременности и ростом плода	P05 - P08	0,065
Родовая травма	P10 - P15	0,068
Дыхательные и сердечно-сосудистые нарушения, характерные для перинатального периода	P20 - P29	0,093
Инфекционные болезни, специфичные для перинатального периода	P35 - P39	0,054
Геморрагические и гематологические нарушения у плода и новорожденного	P50 - P61	0,065
Преходящие эндокринные нарушения и нарушения обмена веществ, специфичные для плода и новорожденного	P70 - P74	0,037
Расстройства системы пищеварения у плода и новорожденного	P75 - P78	0,115
Состояния, вовлекающие наружные покровы и терморегуляцию плода и новорожденного	P80 - P83	0,012
Другие нарушения, возникающие в перинатальном периоде	P90 - P96	0,039
Врожденные аномалии (пороки развития) нервной системы	Q00 - Q07	0,218
Врожденные аномалии (пороки развития) глаза, уха, лица и шеи	Q10 - Q18	0,105
Врожденные аномалии (пороки развития) системы кровообращения	Q20 - Q28	0,075
Врожденные аномалии (пороки развития) органов дыхания	Q30 - Q34	0,065
Расщелина губы и неба (заячья губа и волчья пасть)	Q35 - Q37	0,011
Другие врожденные аномалии (пороки развития) органов пищеварения	Q38 - Q45	0,089
Врожденные аномалии (пороки развития) половых органов	Q50 - Q56	0,087
Врожденные аномалии (пороки развития) мочевой системы	Q60 - Q64	0,052

Наименование нозологической группы	Код МКБ-10	Тяжесть
Врожденные аномалии (пороки развития) и деформации костно-мышечной системы	Q65 - Q79	0,084
Другие врожденные аномалии (пороки развития)]	Q80 - Q89	0,065
Хромосомные аномалии, не классифицированные в других рубриках	Q90 - Q99	0,104
Симптомы и признаки, относящиеся к системам кровообращения и дыхания	R00 - R09	0,075
Симптомы и признаки, относящиеся к системе пищеварения и брюшной полости	R10 - R19	0,089
Симптомы и признаки, относящиеся к коже и подкожной клетчатке	R20 - R23	0,100
Симптомы и признаки, относящиеся к нервной и костно-мышечной системам	R25 - R29	0,100
Симптомы и признаки, относящиеся к мочевой системе	R30 - R39	0,148
Симптомы и признаки, относящиеся к познавательной способности, восприятию, эмоциональному состоянию и поведению	R40 - R46	0,099
Симптомы и признаки, относящиеся к речи и голосу	R47 - R49	0,065
Общие симптомы и признаки	R50 - R69	0,109
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании крови, при отсутствии установленного диагноза	R70 - R79	0,103
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании мочи, при отсутствии установленного диагноза	R80 - R82	0,100
Отклонения от нормы, выявленные при исследовании других жидкостей, субстанций и тканей организма, при отсутствии установленного диагноза	R83 - R89	0,079
Отклонения от нормы, выявленные при получении диагностических изображений и проведении исследований, при отсутствии установленного диагноза	R90 - R94	0,079
Неточно обозначенные и неизвестные причины смерти	R95 - R99	1,000

Таблица П7.2

Примеры параметров моделей зависимости «экспозиция – вероятность ответа»

Возрастная группа населения	Параметры модели		Критерий Фишера (F)	p≤0,05	Коэффициент детерминации (R2)	Воздействующее вещество	Ответ (нозологическая форма заболевания)	Код МКБ-10	Показатель Тяжести
	b0	b1							
Все	-6,73	92,75	420,5	0,000	0,62	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	Астма с преобладанием аллергического компонента	J45.0	0,036
Все	-13,48	4 489,24	2487	0,000	0,89	Медь оксид/в пересчете на медь / (Медь окись; тенорит)	Болезни щитовидной железы, связанные с йодной недостаточностью, и сходные состояния	E01	0,011
Все	-7,38	1 177,68	68,72	0,000	0,15	Медь оксид/в пересчете на медь / (Медь окись; тенорит)	Гипертрофия аденоидов	J35.2	0,051
Дети	-2,76	15 970,16	467,7	0,000	0,68	Бенз/а/пирен	Другие врожденные аномалии [пороки развития] почки	Q63	0,011
Дети	-2,88	1,07	1294	0,000	0,85	Бензол	Другие врожденные аномалии [пороки развития] почки	Q63	0,011
Все	-4,89	2 774,21	38,99	0,000	0,1	Медь оксид/в пересчете на медь / (Медь окись; тенорит)	Другие уточненные болезни верхних дыхательных путей	J39.8	0,019
Все	-4,61	5,92	15,07	0,000	0,04	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	Другие уточненные болезни верхних дыхательных путей	J39.8	0,019
Дети	-14,40	72 658,51	65,88	0,000	0,89	Никель оксид/в пересчете на никель / (Никель окись; никель монооксид)	Железодefицитная анемия неуточненная	D50.9	0,011
Все	-5,33	221 220,57	30,13	0,000	0,3	Бенз/а/пирен	Иммунодефициты с преимущественной недостаточностью антител	D80.2	0,052

149

Возрастная группа населения	Параметры модели		Критерий Фишера (F)	p≤0,05	Коэффициент детерминации (R2)	Воздействующее вещество	Ответ (нозологическая форма заболевания)	Код МКБ-10	Показатель Тяжести
	b0	b1							
Все	-10,69	78,14	436,4	0,000	0,55	Бензол	Иммунодефициты с преимущественной недостаточностью антител	D80.2	0,052
Все	-4,75	122,23	59,99	0,000	0,08	Медь оксид / в пересчете на медь / (Медь окись; тенорит)	Хронический бронхит неуточненный	J42	0,051
Все	-7,61	153,29	202,9	0,000	0,49	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	Хронический бронхит неуточненный	J42	0,051
Все	-8,62	2 267,96	261,7	0,000	0,35	Медь оксид/в пересчете на медь / (Медь окись; тенорит)	Хронический ларинготрахейт	J37.1	0,051
Все	-4,33	378,96	233,9	0,000	0,24	Медь оксид/в пересчете на медь / (Медь окись; тенорит)	Хронический синусит	J32	0,051
Все	-4,16	2 408,10	139	0,000	0,16	Медь оксид / в пересчете на медь / (Медь окись; тенорит)	Хронический фарингит	J31.2	0,051
Все	-4,63	15,62	22,44	0,000	0,08	Формальдегид (Муравьиный альдегид, оксометан, метиленоксид)	Хронический фарингит	J31.2	0,051

Оценка риска с использованием эволюционных моделей

1. При проведении оценки риска с использованием эволюционных моделей риск представляется как динамический процесс накопления вероятных функциональных повреждений органов и систем организма для гипотетического поколения, находящегося под воздействием комплекса факторов среды обитания в течение всей жизни.

Расчет и оценка риска здоровью с использованием эволюционных моделей при воздействии химических факторов среды обитания с учетом времени развития негативных эффектов осуществляется в целях:

- прогнозирования вреда здоровью, в том числе в виде сокращения ожидаемой продолжительности жизни (далее – ОПЖ), от воздействия химических факторов среды обитания;
- выявления химических факторов, представляющих потенциальную опасность жизни и здоровью человека, при поступлении различными путями из разных объектов среды обитания;
- количественной оценки риска нарушений здоровья с учетом показателей тяжести ответов на воздействие химических веществ.

Эволюционные модели позволяют осуществлять расчет кумулятивного, агрегированного, совокупного и интегрального риска. Вид рассчитываемого риска определяется сценарием экспозиции, учитывающим набор факторов, продолжительность экспозиции, пути поступления, виды учитываемых ответов.

Эволюционные модели строятся на базе существующих математических моделей или полученных в результате эпидемиологических и клинических исследований в условиях загрязнения городских и сельских поселений. При построении эволюционных моделей учитываются процессы накопления нарушения здоровья за счет действующих факторов среды обитания и естественных причин.

Процедура расчета и оценки риска на основе эволюционных моделей предполагает построение динамических прогнозных значений накопленной вероятности формирования нарушений здоровья для двух сценариев: сценарий заданной экспозиции факторов среды обитания и фоновый сценарий. Фоновый сценарий предполагает проведение расчетов накопления вероятности возникновения нарушений здоровья только за счет естественных процессов (при отсутствии действующих факторов).

Эволюционная модель накопления риска нарушений здоровья представляет собой формализованное математическое описание комбинации процесса накопления вероятности негативных событий для здоровья, проявляющихся в виде заболеваний и тяжести этих заболеваний. Общая формальная запись эволюционной модели задается соотношением (формула П8.1):

151

$$R(t) = p(t) \times g, \quad (\text{П8.1})$$

где:

$R(t)$ – риск нарушений здоровья, обусловленный негативным событием в виде заболевания;

$p(t)$ – вероятность возникновения нарушений здоровья в виде заболевания;

g – показатель тяжести заболеваний.

При практической реализации соотношения (П8.1) рассматриваются процессы накопления риска по отдельным заболеваниям, обусловленным воздействием совокупности действующих факторов среды обитания:

$$R_k(t) = p_k(t, x_1, x_2, \dots) \times g_k, \quad (\text{П8.2})$$

где:

$R_k(t)$ – риск, обусловленный k -ым видом нарушения здоровья (заболевания);

$p_k(t, x_1, x_2, \dots)$ – модель накопления вероятности возникновения k -го вида нарушения здоровья (заболевания), обусловленного воздействием совокупности факторов среды обитания;

x_i – уровень фактора среды обитания, формирующий вероятность нарушения здоровья;

g_k – коэффициент тяжести k -го вида нарушения здоровья (заболевания).

Модель накопления вероятности нарушений здоровья, в виде отдельных заболеваний, обусловленных факторами среды обитания, задается в виде следующего рекуррентного уравнения с годовой дифференциацией шагов по времени (формула П8.3) и начальными условиями: $p_k(t=t_0) = p_k^{t_0}$:

$$p_k^{t+1} = p_k^t (1 + \alpha_k) + \sum_i \beta_{ik} \Delta p_{ik}, \quad (\text{П8.3})$$

где:

p_k^{t+1} – вероятность возникновения k -го вида нарушения здоровья (заболевания) в возрасте $t+1$ лет;

p_k^t – вероятность возникновения k -го вида нарушения здоровья (заболевания) в возрасте t лет;

α_k – коэффициент, учитывающий скорость накопления вероятности возникновения k -го вида нарушения здоровья (заболевания) за счет естественных причин;

β_{ik} – коэффициент годового прироста вероятности возникновения k -го вида нарушения здоровья (заболевания) за счет воздействия i -го фактора;

Δp_{ik} – дополнительная вероятность возникновения k -го вида нарушения здоровья (заболевания) за счет воздействия i -го фактора;

t_0 – начальный момент времени, с которого начинается пошаговая вычислительная процедура;

$p_k^{t_0}$ – вероятность возникновения k -го вида нарушения здоровья в момент времени t_0 (начальный момент времени).

Дополнительная вероятность возникновения нарушений здоровья (заболеваний) определяется моделями парных зависимостей «фактор – ответ» и

пороговых значений экспозиции факторов согласно соотношениям в формулах П8.5 – П8.6.

Коэффициенты, учитывающие скорость накопления вероятности возникновения нарушений здоровья (заболеваний) за счет естественных причин (α_k), определяются исходя из фоновых показателей заболеваемости и смертности для видов заболеваний, отражающих функциональные нарушения критических органов и систем. В качестве источника данных для определения коэффициентов выбираются показатели здоровья, характерные для наиболее благополучных регионов с точки зрения загрязнения объектов окружающей среды.

Коэффициент годового прироста вероятности возникновения нарушений здоровья (заболеваний) определяется соотношением (формула П8.4):

$$\beta_{ik} = \frac{p_k^{t_0}}{f_{ik}(x_i^{kp})} \times \beta'_k,$$

(П8.4)

- где:
- β_{ik} – коэффициент годового прироста вероятности возникновения нарушений k -го вида здоровья (заболеваний) при уровне i -го фактора среды обитания;

$p_k^{t_0}$ – значение вероятности возникновения k -го вида нарушений здоровья в начальный момент времени t_0 ;

$f_{ik}(x_i^{kp})$ – значение вероятности возникновения k -го вида нарушений здоровья при уровне i -го фактора среды обитания, соответствующего пороговому значению (определяется на основе моделей зависимостей вида (4) раздела 1);

x_i^{kp} – референтный уровень экспозиции i -го фактора среды обитания;

β'_k – поправочный коэффициент, отражающий влияние скорости накопления вероятности возникновения k -го вида нарушений здоровья за счет естественных причин на силу влияния факторов среды обитания.

Значения коэффициентов эволюционной модели, отражающие прирост вероятности возникновения заболеваний за счет естественных причин и по основным видам нарушений здоровья (α_k , β'_k), приведены в табл. П8.1.

Таблица П8.1

Значения коэффициентов эволюционной модели, отражающие прирост вероятности возникновения заболеваний за счет естественных причин

Критическая система	α	β' (дети)	β' (взрослые)	β' (все население)
Сердечно-сосудистая система	0,0835	0,1595	0,0847	0,085
Органы дыхания	0,0245	0,1337	0,0364	0,0397
Центральная нервная система	0,0106	0,1286	0,0283	0,033
Эндокринная система	0,0578	0,1474	0,0614	0,0625
Органы слуха	0,0303	0,1359	0,0402	0,043
Мочевыделительная система	0,0046	0,1266	0,0254	0,0306
Пищеварительная система	0,0178	0,1312	0,0323	0,0362

153

Критическая система	α	β' (дети)	β' (взрослые)	β' (все население)
Отдельные нарушения, вовлекающие иммунный механизм	0,00268	0,1259	0,0245	0,0299
Заболевания глаз	0,0478	0,1431	0,0531	0,0547
Заболевания крови и кроветворных органов	0,0161	0,1306	0,0313	0,0354
Заболевания кожи	0,0315	0,1364	0,041	0,0437
Почечнокаменная болезнь	0,0626	0,1496	0,0656	0,0665
Хронический бронхит	0,000319	0,1251	0,0234	0,0291
Другая обструктивная хроническая болезнь легких	0,000845	0,1253	0,0236	0,0293
Бронхиальная астма	0,00189	0,1256	0,0241	0,0296
Атопический дерматит	0,00315	0,1261	0,0247	0,0301
Болезни печени	0,088	0,1618	0,0889	0,0893
Другие болезни мочевой системы	7,12E-05	0,125	0,0233	0,029
Болезни желчного пузыря, желчевыводящих путей	0,00149	0,1255	0,0239	0,0295
Гастрит и дуоденит	0,00144	0,1255	0,0239	0,0295
Ишемические болезни сердца	0,0144	0,13	0,0304	0,0346
Болезни поджелудочной железы	0,000511	0,1252	0,0235	0,0292
Гломерулярные, тубулоинтерстициальные болезни почек, другие болезни почек и мочеточника	0,000605	0,1252	0,0235	0,0292
Почечная недостаточность	9,96E-06	0,125	0,0233	0,029
Аллергический ринит	0,000462	0,1252	0,0235	0,0291
Хронические болезни миндалин и аденоидов	0,000766	0,1253	0,0236	0,0292
Хронический ларингит и ларинготрахеит	5,90E-05	0,125	0,0233	0,029

Вероятность возникновения нарушений здоровья в начальный момент времени t_0 является параметром модели, отражающим особенности состояния здоровья населения, находящегося под воздействием заданной экспозиции факторов среды обитания и определяется на основе измерения средней вероятности нарушений здоровья (p^{cp}) для отдельного контингента населения со средним возрастом t_{cp} (формула П8.5):

$$p_k^{t_0} = p_k^{cp} \times e^{a_k(t_0 - t_{cp})}, \quad (\text{П8.5})$$

где:

$p_k^{t_0}$ — значение вероятности возникновения k -го вида нарушений здоровья в начальный момент времени t_0 ;

154

p_k^{cp} – значение вероятности возникновения k -го вида нарушений здоровья для отдельного контингента населения со средним возрастом t_{cp} ;

α_k – коэффициент, учитывающий скорость накопления вероятности возникновения k -го вида нарушения здоровья (заболевания) за счет естественных причин;

t_0 – начальный момент времени, с которого начинается пошаговая вычислительная процедура;

t_{cp} – средний возраст анализируемого контингента.

Процедура оценки риска на основании построения и анализа эволюционных моделей накопления вероятности нарушений здоровья состоит из нескольких шагов.

Шаг 1. На основании эволюционных моделей накопления вероятности возникновения нарушений здоровья определяются соответствующие модели накопления риска по соотношению в формулах П8.2 – П8.3 для фонового сценария и сценария с заданной экспозицией факторов.

На рис. П8.1 – П8.4 приведена иллюстрация эволюционных моделей накопления вероятности и риска нарушений здоровья для фонового сценария и сценария с заданной экспозицией факторов.

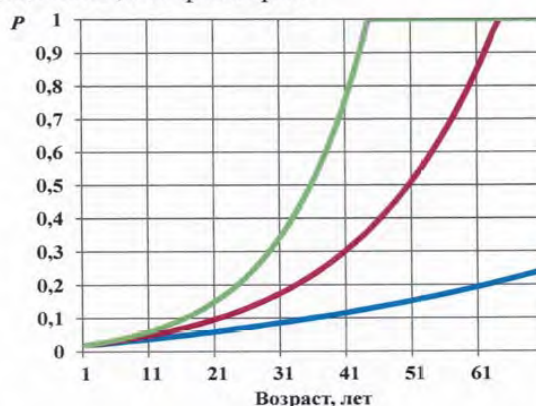


Рис. П8.1. Пример графического представления эволюционных моделей накопления вероятности нарушений здоровья для сценария с заданной экспозицией факторов

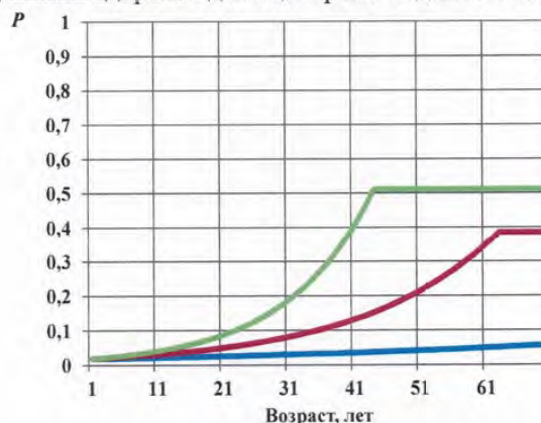


Рис. П8.2. Пример графического представления эволюционных моделей накопления вероятности нарушений здоровья для фонового сценария

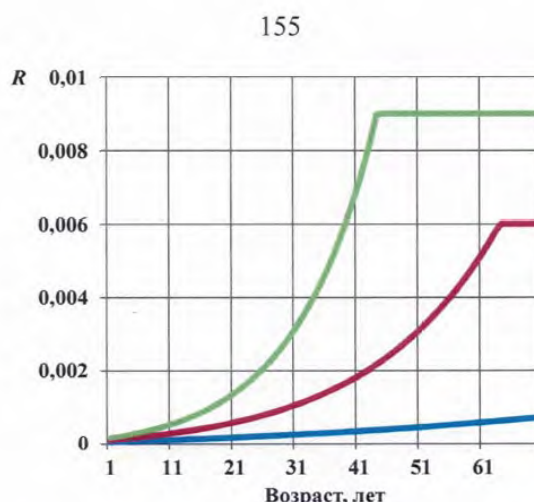


Рис. П8.3. Пример графического представления эволюционных моделей накопления риска нарушений здоровья для сценария с заданной экспозицией факторов

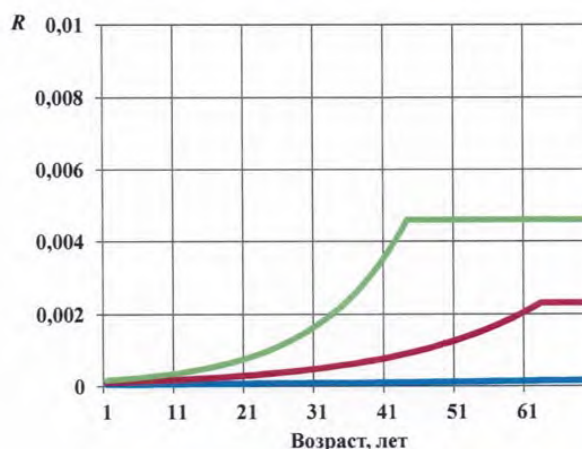


Рис. П8.4. Пример графического представления эволюционных моделей накопления риска нарушений здоровья для фонового сценария

Шаг 2. Для каждого вида нарушений здоровья проводится расчет величины дополнительного риска по соотношению (формула П8.6):

$$\Delta R_k^t = R_k^t - R_k^{\text{фон},t}, \quad (\text{П8.6})$$

где:

ΔR_k^t — дополнительный риск, k -ого вида нарушения здоровья (заболевания) обусловленный воздействием факторов среды обитания;

R_k^t — риск, k -ого вида нарушения здоровья (заболевания);

$R_k^{\text{фон},t}$ — риск здоровью, при отсутствии влияния факторов среды обитания.

На рис. П8.5 приведена иллюстрация результатов расчета дополнительного риска для отдельных видов нарушений здоровья.

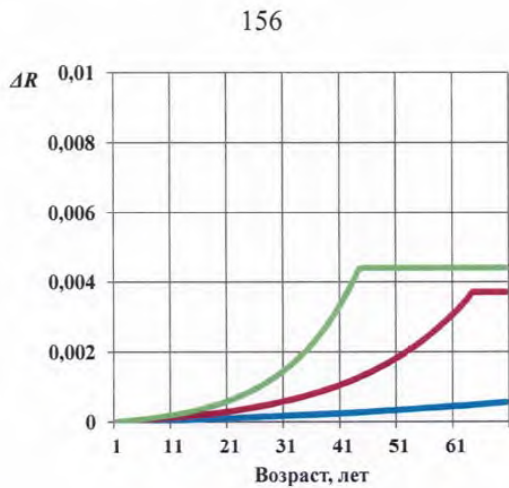


Рис. П8.5. Пример графического представления результатов расчета дополнительного риска для отдельных видов нарушений здоровья

Шаг 3. На основе результатов моделирования эволюции риска для отдельных видов нарушений здоровья проводится расчет интегрального риска по расчетному и фоновому сценариям (формулы П8.7, П8.8):

$$R'_{int} = 1 - \prod_k (1 - R'_k), \tag{П8.7}$$

где:
 R'_{int} – интегральный риск в возрасте t лет;
 R'_k – риск, k -ого вида нарушения здоровья (заболевания) в возрасте t лет.

$$R^{Фон,t}_{int} = 1 - \prod_k (1 - R^{Фон,t}_k), \tag{П8.8}$$

где:
 $R^{Фон,t}_{int}$ – фоновый интегральный риск в возрасте t лет;
 $R^{Фон,t}_k$ – фоновый риск, k -ого вида нарушения здоровья (заболевания) в возрасте t лет.

На рис. П8.6 приведена иллюстрация результатов расчета интегрального риска по фоновому сценарию и сценарию с заданной экспозицией факторов.

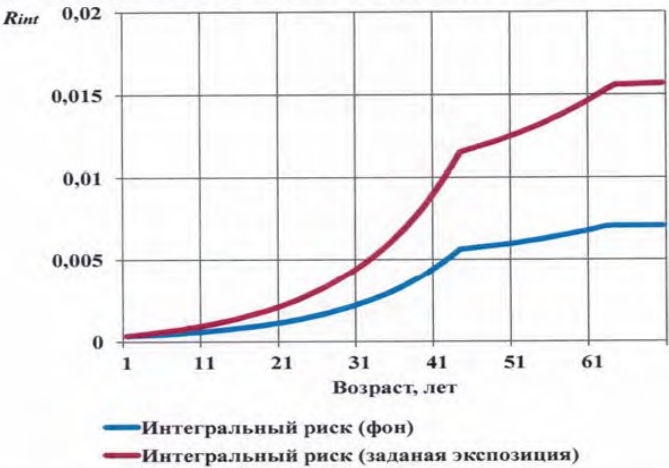


Рис. П8.6. Пример графического представления результатов расчета интегрального риска по фоновому сценарию и сценарию с заданной экспозицией факторов

Шаг 4. На основе результатов расчета величин дополнительного риска для каждого вида нарушений здоровья проводится расчет интегрального дополнительного риска (формула П8.9):

$$\Delta R'_{int} = 1 - \prod_k (1 - \Delta R_k^t), \quad (\text{П8.9})$$

где:

$\Delta R'_{int}$ – дополнительный интегральный риск, обусловленный воздействием факторов среды обитания в возрасте t лет;

ΔR_k^t – дополнительный риск, k -ого вида нарушения здоровья (заболевания) обусловленный воздействием факторов среды обитания.

На рис. П8.7 приведена иллюстрация результатов расчета интегрального дополнительного риска:

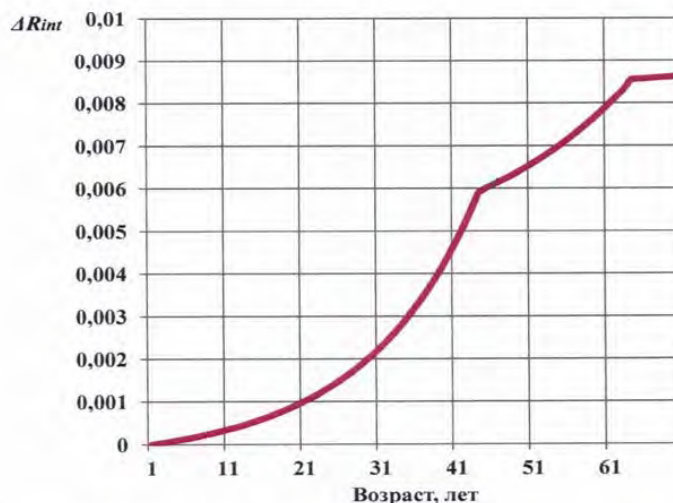


Рис. П8.7. Пример графического представления результатов расчета интегрального дополнительного риска

Оценка риска на основе эволюционных моделей предполагает категорирование интегрального дополнительного риска по принятой шкале. При проведении категорирования выделяются возраста, соответствующие различным диапазонам риска: пренебрежимо малый риск, низкий риск, средний риск, высокий риск и чрезвычайно высокий риск.

На основе эволюционной модели процесса накопления риска нарушений здоровья проводится оценка сокращения ОПЖ, связанной с воздействием факторов среды обитания, которая рассчитывается в соответствии с методикой расчета ОПЖ при рождении¹⁸ [2].

Для расчета величины сокращения ОПЖ необходимо провести расчет по двум сценариям, первый из которых соответствует распределению коэффициентов

¹⁸ МР 2.1.10.0082-13 «Методы оценки медико-демографической ситуации на популяционном уровне», утвержденные в.и.о. руководителя Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека, Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 28.11.2023.

смертности для населения, проживающего в условиях исследуемого уровня экспозиции факторов среды обитания, и сценария с увеличенными коэффициентами смертности на величину дополнительного риска в каждой возрастной категории.

Величина сокращения ОПЖ определяется как разность результатов расчета ОПЖ по указанным сценариям (формула П8.10):

$$\Delta \text{ОПЖ} = \text{ОПЖ}(K_{\text{см}}) - \text{ОПЖ}(K_{\text{см}} + \Delta R_{\text{int}})_1, \quad (\text{П8.10})$$

где:

$\Delta \text{ОПЖ}$ – расчетное значение сокращения ожидаемой продолжительности жизни;

$\text{ОПЖ}(K_{\text{см}})$ – расчетное значение ожидаемой продолжительности жизни при сложившемся уровне смертности %;

$\text{ОПЖ}(K_{\text{см}} + \Delta R_{\text{int}})$ – расчетное значение ожидаемой продолжительности жизни при уровне смертности, увеличенном на величину дополнительного риска.

Значения показателей риска в условиях воздействия отражают, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению показателей здоровья, формирующуюся при условии соблюдения всех принятых в расчетах исходных условий (например, определенная продолжительность и интенсивность воздействия, неизменность экспозиции во времени, конкретные значения факторов экспозиции).

Приложение 9
 к Р 2.1.10. 3968 -23

Таблица П9.1

Рекомендуемые стандартные значения факторов экспозиции

Фактор экспозиции	Величина
Продолжительность экспозиции	
Хроническое воздействие (взрослые)	30 лет
Пожизненное воздействие (канцерогены)	70 лет
Хроническое воздействие, дети до 6 лет	6 лет
Средняя продолжительность жизни	70 лет
Случайное заглатывание почвы	
Показатель заглатывания почвы, возраст 1 - <6, сценарий жилой зоны	200 мг/день
Показатель заглатывания почвы, возраст 6 и более лет	100 мг/день 400 мг/день (верхний процентиль)
Показатель заглатывания почвы, взрослый	50 мг/кг
Контаминированная фракция заглатываемой почвы, сценарий жилой зоны	1,0
Частота экспозиции в год	350(137-365)
Частота экспозиции, ребенок, лето	5 дней/нед., 13 нед./год
То же, весна и осень	3 дня/нед., 26 нед./год
Продолжительность экспозиции для почвы, сценарий жилой зоны, возраст 1 - <6	5 лет
Масса тела, возраст 1 - <6	15-16 кг
Ингаляционная экспозиция	
Скорость ингаляции, взрослый, общая характеристика	20 м ³ /день
Скорость ингаляции, взрослый, деятельность только внутри помещения	15 м ³ /день
Скорость ингаляции, ребенок, 6 - <18	20 м ³ /день
Скорость ингаляции, ребенок, 0 - <6	4 м ³ /день
Скорость ингаляции, ребенок < 1 года	4,5 м ³ /день
Скорость ингаляции, ребенок 1-12 лет	8,7 м ³ /день
Скорость ингаляции, взрослая женщина	11,3 м ³ /день
Скорость ингаляции, взрослый мужчина	15,2 м ³ /день
Скорость ингаляции при активной деятельности	0,018 м ³ /(кг×час)
Скорость ингаляции во время отдыха	0,006 м ³ /(кг×час)
Частота экспозиции, сценарий жилой зоны	350 дней/год
Масса тела	
Масса тела, ребенок, 0 - <6 лет	14-15 кг
Масса тела, ребенок, 0 - <18 лет	42 кг
Масса тела, взрослый, 18 и более лет	70 кг
Общая продолжительность экспозиции	
Продолжительность проживания	30 лет (90-процентиль) 9 лет (50-процентиль)
Продолжительность проживания, фермеры	40 лет
Потребление водопроводной воды	
Потребление питьевой воды, сценарий жилой зоны, взрослый	2 л/день
Потребление питьевой воды, сценарий жилой зоны, возраст 6 - <18 лет	1,5 л/день
Потребление питьевой воды, сценарий жилой зоны, возраст 0 - <6 лет	0,67-1,0 л/день
Частота экспозиции для питьевой воды, сценарий жилой зоны	350 дней/год
Случайное заглатывание поверхностных вод (плавание)	
Показатель заглатывания поверхностной воды (плавание)	50 мл/день
Время воздействия (плавание)	0,5-2,6 ч/день
Частота экспозиции (плавание)	7-15 дней/год; 40 дней/год

160

Фактор экспозиции	Величина
Кожная экспозиция в воде	
Площадь поверхности кожи, взрослый	1,82 м ²
Площадь поверхности кожи, возраст 6 - <18 лет	1,31 м ²
Площадь поверхности кожи, возраст 0 - <6 лет	0,53 м ²
Фракция кожи, подвергающаяся воздействию (плавание)	1,0
Продолжительность экспозиции (плавание)	0,5-2,6 ч/день
Частота экспозиции (плавание)	7-15 дней/год 40 дней/год
Принятие душа, ванны, плавание	
Продолжительность принятия душа	0,25 ч/день 0,12 ч/день (50-перцентиль) 0,2 ч/день (90-перцентиль) 8 мин/день 12 мин/день (95-перцентиль)
Продолжительность принятия ванны	20 мин/день 45 мин/день (95-перцентиль)
Время, проводимое в ванной комнате	40 мин/день
Скорость воды в душе	5,5 л/мин
Скорость ингаляции	1,33 м ³ /ч
Водопотребление при принятии душа/ванны	15 галлонов на 1 чел/день
Общее водопотребление в ванной комнате	35,5 галлонов* на 1 чел/день
Контактирующая площадь поверхности кожи	23000-17040 см ²
Частота принятия душа/ванны	350 дней/год 1 раз/день
Показатели активности	
Время, проводимое внутри жилого помещения, дети 3-11 лет	19 ч/день 17 ч/день (выходные дни)
Время, проводимое внутри жилого помещения, взрослые и дети > 12 лет	21 ч/день
Время, проводимое внутри жилого помещения, взрослые	16,4 ч/день
Время, проводимое вне жилого помещения, дети 3-11 лет	5 ч/день 7 ч/день (выходные дни)
Время, проводимое вне жилого помещения, взрослые и дети > 12 лет	1,5 ч/день
Время, проводимое вне жилого помещения, взрослые	2 ч/день
Мобильность населения (время проживания на одном месте)	9 30 (95-перцентиль)
Кожная экспозиция для воды, почвы или седиментов (осадков)	
Величина загрязнения кожи почвой	1,0 мг/см ² -день
Контаминированная фракция почвы, производственный сценарий	1,0
Контаминированная фракция почвы, сценарий жилой зоны	1,0
Абсорбированная фракция	1,0
Площадь поверхности тела, взрослый	1,82 м ²
Площадь поверхности тела, возраст 6 - <18 лет	1,31 м ²
Площадь поверхности тела, возраст 0 - <6 лет	0,53 м ²
Фракция площади поверхности тела, подвергающаяся воздействию	1,0
Частота экспозиции, дети, лето	5 дней/нед., 13 нед./год
Частота экспозиции, дети, весна и осень	3 дня/нед., 26 нед./год
Частота экспозиции, садоводческий сезон, весна и лето	3 дня/нед., 26 нед./год
Факторы жилья	
Объем жилого помещения, м ³	369 217 (консервативная оценка)
Воздухообмен, в час	0,45 0,18 (консервативная оценка)
Объем душевой кабины	2м ³
Объем ванной комнаты	10 м ³
Общее время использования туалета	40 мин/день
Воздухообмен между душевой и ванной комнатой	100 л/мин

Фактор экспозиции	Величина
Общее время использования воды	15,7 ч/день
Воздухообмен между ванной комнатой и жилыми помещениями	300 л/мин
Воздухообмен между жилым помещением и наружным воздухом	0,45 в час (2768 л/мин)
Общее водопотребление в жилье	17,5 галлонов*
Примечание: * – 1 галлон = 3,785 л	

Таблица П9.2

Факторы экспозиции, рекомендуемые ВОЗ

Фактор экспозиции	Величина
Масса тела, кг	
средний взрослый	60
- взрослый мужчина	70
- взрослая женщина	58
- средняя величина	64
- рекомендуемая ВОЗ	60
Площадь поверхности тела, см ²	
- взрослый мужчина	18 000
- взрослая женщина	16 000
Потребление жидкости (молоко, питьевая вода и другие напитки), мл/день	
Нормальные условия: - взрослые	1000-2400 (2000)
- взрослый мужчина	1950
- взрослая женщина	1400
-дети (10 лет)	1400
Повышенная температура (32 °C)	
- взрослые	2840-3410
Умеренная активность	
- взрослые	3700
Объем дыхания, л/8 часов	
- взрослый мужчина	3600
- взрослая женщина	2900
-ребенок (10 лет)	2300
Легкая непроизводственная деятельность	
- взрослый мужчина	9600
- взрослая женщина	9100
- ребенок (10 лет)	6240
Ингаляция за сутки, м ³ (8 часов отдыха, 16 часов легкой или непроизводственной деятельности)	
- взрослый мужчина	23
- взрослая женщина	21
- ребенок (10 лет)	15
- средний взрослый	22

Таблица П9.3

Фракции общей поверхности тела

Виды активности	Экспонируемые части тела	Фракции общей поверхности тела		
		Дети 0 - <6	Дети 0 - <18	Взрослые от 18 лет и старше
Игра или легкая работа вне помещения, холодная погода	голова кисти рук	0,21	0,15	0,13
Игра или легкая работа вне помещения, теплая погода	голова кисти рук и предплечья, ноги	0,43	0,40	0,38

**Перечень пищевых продуктов для оценки уровней поступления
контаминантов с рационами питания**

1. Хлебные продукты:
 - хлеб пшеничный;
 - хлеб ржаной и прочий;
 - хлебобулочные изделия;
 - другие мучные кондитерские изделия;
 - мука;
 - бобовые;
 - рис;
 - гречка;
 - крупа прочая;
 - макаронные изделия;
 - изделия из теста, требующие тепловой обработки перед употреблением.
2. Овощи и бахчевые:
 - картофель;
 - капуста;
 - огурцы и помидоры;
 - свекла, морковь и другие корнеплоды;
 - лук и чеснок;
 - бахчевые и другие овощи;
 - замороженные и сушеные овощи;
 - овощные консервы;
 - полуфабрикаты и готовые изделия из овощей;
 - арбузы и дыни.
3. Фрукты и ягоды:
 - фрукты и ягоды свежие;
 - фрукты и ягоды сушеные;
 - виноград свежий;
 - виноград сушеный;
 - цитрусовые;
 - орехи;
 - замороженные и консервированные фрукты, изделия из фруктов;
 - соки фруктовые и овощные.
4. Мясо и мясoproductы:
 - говядина и телятина;
 - баранина и козлятина;
 - свинина;
 - печень всякая;
 - другие субпродукты;
 - мясо птицы;

- мясо прочих домашних животных;
- съедобные жиры животного происхождения;
- мясо диких животных и птиц;
- колбасы;
- сосиски, сардельки;
- мясные закусочки;
- мясные полуфабрикаты и готовые изделия;
- мясные и мясорастительные консервы, закусочные консервы.

5. Молоко и молочные продукты:

- молоко цельное;
- кисломолочные продукты;
- йогурт;
- другие молочные продукты;
- сметана, сливки;
- масло животное;
- творог, сырковая масса;
- сыр и брынза;
- молочные консервы;
- молоко сухое;
- сливки сухие;
- мороженое.

6. Яйца.

7. Рыба и рыбопродукты:

- рыба свежая;
- морепродукты свежие;
- рыба и морепродукты соленые, копченые, сушеные (кроме сельди);
- сельдь;
- рыбные консервы;
- икра лососевых рыб;
- рыбные полуфабрикаты и готовые изделия.

8. Сахар и кондитерские изделия:

- сахар;
- конфеты, халва;
- конфеты шоколадные;
- шоколад;
- мед пчелиный;
- варенье, джем, повидло.

9. Масло растительное и другие жиры:

- масло растительное;
- маргарин и другие жиры.

10. Напитки безалкогольные, слабоалкогольные и алкогольные.

11. Грибы.

Методические подходы к углубленному определению и оценке экспозиции контаминантами пищевых продуктов на население

1. Определение перечня контаминантов и пищевых продуктов для исследований уровня поступления с рационами питания.

Список определяемых контаминантов пищевых продуктов должен быть составлен, исходя из основной задачи исследования и особенностей территории. В частности, для решения задач оценки многосредового риска приоритетность включения контаминантов в этот список должна определяться с учетом содержания их в других объектах окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, почва).

Критериями отбора приоритетных контаминантов являются:

- А – превышение по средним концентрациям вредного вещества гигиенического норматива хотя бы в одном компоненте (в воздухе, воде, почве) среды обитания (в целях учета суммарной экспозиции химического вещества, включая потребление пищевых продуктов, и связанного с ней риска здоровью);

- Б – содержание вредного вещества на уровнях в диапазоне 0,1 – 1,0 гигиенического норматива более чем в одном компоненте окружающей среды, при особом внимании к загрязнению почвы, превышающему фоновое, и к загрязнению пищевых продуктов, стабильно занимающих существенное место в рационах питания местного населения;

- В – особо неблагоприятный характер предполагаемого вредного эффекта (доказанная канцерогенность для человека, повышенная смертность, влияние на потомство, влияние на развитие нервной системы у детей) при величине содержания загрязнителя, превышающей 0,1 гигиенического норматива.

Определение списка приоритетных пищевых продуктов, подлежащих анализу на содержание в них контаминантов, должно проводиться с учетом следующих критериев:

- все пищевые продукты, годовое потребление которых не менее 10 кг в год;
- пищевые продукты меньшего объема потребления, для которых имеются основания предполагать наличие высоких уровней концентраций тех или иных контаминантов (например, грибы и лесные ягоды, собранные на загрязненных территориях; используемые в пищу рыба и другие водные организмы из загрязненных водоемов; продукты, известные особой способностью к накоплению отдельных контаминантов);

- пищевые продукты, о контаминации которых пока нет или недостаточно сведений, но имеются отдельные сведения о потенциальной опасности загрязнения.

Указанные критерии могут уточняться с учетом региональных особенностей потребления пищевых продуктов.

2. Организация исследований.

Источником информации о содержании контаминантов в различных пищевых продуктах являются данные, полученные при осуществлении производственного контроля, государственного контроля (надзора) и специальных (целевых) исследований.

Данные, полученные при проведении производственного контроля и государственного контроля (надзора), рекомендуется подтвердить специальными исследованиями. Для этого необходимо составить план исследований, включающий:

- минимально необходимое число исследований по определенным контаминантам;
- детальное наименование пищевых продуктов;
- источники поступления важнейших из них;
- источники информации.

Число анализируемых проб пищевых продуктов в процессе проведения специальных исследований должно определяться следующими критериями: объемом потребления и ожидаемой (либо ранее оцененной) значимостью и вариабельностью загрязнения. Так, большое количество анализируемых проб картофеля определяется не только тем, что объем его потребления один из наиболее высоких, но и имеющейся информацией о непосредственной связи его загрязнения с широко варьируемым уровнем загрязнения почвы, на которой он выращен. Все это должно учитываться применительно к местным условиям и поэтому только в качестве ориентировочного при проведении специальных исследований рекомендуется в каждой мониторинговой точке при потреблении продукта:

- более 50 кг/год – исследовать не менее 30 проб;
- 10 – 49 кг/год – исследовать не менее 20 проб;
- менее 10 кг/год – исследовать не менее 10 проб.

На практике наиболее сложным аспектом организации этой работы является обеспечение репрезентативности анализируемых проб, которые в совокупности должны характеризовать потребляемый населением продукт при разных источниках его поступления. Необходимо стремиться к тому, чтобы в этой совокупности пробы, отобранные в торговых объектах, на рынках и личных подсобных хозяйствах, находились примерно в том соотношении, которое определено по результатам анкетирования питания населения.

При всех трудностях получения для анализа проб дорогостоящих продуктов следует принимать во внимание, что исследование только дешевой продукции может исказить оценку химической нагрузки на население в целом. Вместе с тем, для некоторых видов пищевых продуктов (например, экзотические фрукты) отсутствует необходимость анализировать их в каждой лаборатории и наиболее целесообразно провести такое исследование по всем видам этих продуктов в одной лаборатории.

Напротив, отбор для анализа проб картофеля и другой огородной и садовой продукции местного производства должен охватывать все наиболее характерные

для данного населенного пункта зоны этого производства, различающиеся по степени загрязненности почв и по физико-химическим свойствам.

3. Методы определения изучаемых контаминантов.

Для проведения лабораторных исследований пищевых продуктов применяются методики (методы) измерений, аттестованные в соответствии с законодательством Российской Федерации об обеспечении единства измерений¹⁹, и соответствующие характеристикам погрешности измерений, способам использования при испытании образцов продукции и контролю их параметров. Указанные исследования выполняются испытательными лабораториями (центрами), аккредитованными в соответствии с законодательством Российской Федерации об аккредитации в национальной системе аккредитации²⁰.

Используются химические методы с одинаковой чувствительностью с последующей математической обработкой. Во всех испытательных лабораториях (центрах), осуществляющих рассматриваемые исследования, должен быть обеспечен сквозной контроль их качества.

Осуществление сбора данных по структуре потребления пищевых продуктов

4. Для оценки реальной нагрузки потенциально вредными химическими веществами, поступающими с пищей, прежде всего необходима как можно более приближенная к местным условиям оценка соотношения между различными продуктами в рационах питания различных возрастных и (или) организованных групп населения с особым вниманием к вкладу тех продуктов местного происхождения, которые могут содержать повышенные концентрации загрязнителей, мигрирующих из почвы или воды водоемов, а также пищевых продуктов, завозимых из других зон.

Для проведения таких исследований используются методические документы²¹.

В качестве одного из подходов может быть рекомендована методика, основанная на одном из вариантов частотного анализа по опросным данным, ориентированная на оценку пищевой экспозиции детского населения (в особенности детей дошкольного возраста).

Организация распространения и сбора анкет через дошкольные образовательные организации (далее – ДОО) дает возможность получить информацию о питании не только детей, посещающих эти ДОО, но и остальных членов семьи, включая других детей разного возраста, а также работающих и не работающих взрослых. В итоге могут быть получены данные, характеризующие случайные выборки по различным социальным и половозрастным категориям населения.

Для формирования выборки выбираются 2-3 ДОО разной подчиненности (муниципальные, ведомственные), расположенные в различных районах населенного пункта. Минимально необходимая численность выборки на каждой

¹⁹ Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».

²⁰ Федеральный закон от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации».

²¹ Например, МР № 2967-84; МР № С1-19/14-17.

территории составляет 100 детей в возрасте 5-7 лет и приблизительно 200 их родственников.

В анкету включаются:

- данные о поле, возрасте, профессии (для взрослого респондента), номере ДОО, Ф.И.О. (эти сведения необходимы как для группировки данных, так и в том случае, если потребуется уточнение данных или исправление ошибок, допущенных при заполнении анкеты);

- сведения о доходах, которые в дальнейшем распределяются по трем градациям (минимальный, средний, высокий) для того, чтобы сделать возможным анализ зависимости структуры потребления пищевых продуктов от уровня доходов населения;

- список пищевых продуктов, который формируется с учетом среднегодового потребления не менее 1 кг/год (по данным Федеральной службы государственной статистики) и по возможности детализируется с учетом вероятных различий по химической контаминации разных продуктов в пределах одной и той же общей группы, а также местных традиций питания и сезонности;

- сведения о питании детей, посещающих ДОО, которое представляется возможным оценить на основании анализа меню-раскладок с дополнительным опросом взрослых членов семьи о питании в домашних условиях. Для оценки фактического питания лиц, питающихся вне организованного коллектива, используется частотный метод, то есть выясняется, как часто и в каком количестве потреблялись пищевые продукты по перечню, приведенному в приложении 10 к настоящему Руководству, на протяжении последних 1 – 3 мес;

- объем потребления каждого пищевого продукта из указанного перечня. Форма представления объема продукта ориентируется на понятные респондентам единицы порций (например, бытовые меры измерения – тарелки, чашки, ложки, куски), но приводятся ориентировочные весовые оценки наиболее часто употребляемых порций, опираясь на которые респондент дает сведения о потреблении каждого продукта в весовых единицах, а для молока, кисломолочных продуктов, напитков – в единицах объема;

- данные о потреблении пищевых продуктов за один прием и частота потребления в течение дня (недели, месяца, года).

Учитывая важность вопроса об источниках получения пищевых продуктов (в особенности тех, производство которых может быть связано с местными экологическими условиями), в анкету должны быть включены данные о распределении отдельных пищевых продуктов по местам их приобретения, с включением списка тех продуктов (мясо, рыба, молоко, овощи, картофель, фрукты), которые чаще всего поступают из различных источников. Места приобретения группируются следующим образом: магазины оптовой и розничной торговли; рынки или частные лица; собственное хозяйство.

В случае если отдельный контаминант может содержаться только в конкретных видах пищевых продуктов, собирать полную информацию о рационе питания нет необходимости. Достаточно получить данные об уровнях потребления только тех пищевых продуктов, в которых имеет место загрязнение именно этим контаминантом (например, фикотоксины в морепродуктах).

Применение биологических маркеров в оценке риска здоровью, связанного с воздействием химических веществ

1. Использование биомаркеров позволяет решать такие задачи как:

- выявление и количественная оценка интенсивности воздействия химических веществ на организм человека;
- оценка текущих физиологических процессов в организме под воздействием химических факторов;
- определение предрасположенности к развитию нарушений здоровья, которые могут быть обусловлены воздействием химических факторов среды обитания.

В процессе оценки риска биомаркеры могут быть использованы при идентификации опасности, оценке экспозиции и установления связи между уровнем экспозиции и вероятностью первичной реакции (донозологических изменений).

Биомаркеры подразделяются на три основных типа: маркеры воздействия (экспозиции), маркеры эффекта и маркеры восприимчивости (чувствительности).

2. Маркер воздействия (экспозиции) представляет собой экзогенное химическое вещество или его метаболит, либо продукт взаимодействия между веществом и какой-либо молекулой-мишенью или клеткой-мишенью, количественно определяемый в том или ином биологическом субстрате организма и доказано связанное с воздействием при различных путях поступления (ингаляционном, пероральном, через неповрежденную кожу и слизистые оболочки) [4].

Критерием оценки уровня маркера экспозиции являются его референтное значение (референтный предел) и (или) фоновые уровни и (или) уровни группы сравнения. Референтные значения (пределы) содержания приоритетных химических веществ в биосредах человека представлены в табл. П12.1.

Информация о маркерах экспозиции применяется на этапе идентификации опасности при выборе приоритетных веществ для оценки риска здоровью, особенно при многосредовом поступлении.

На этапе оценки экспозиции маркеры экспозиции позволяют оценивать фактическую индивидуальную экспозицию вещества, то есть количество поступившего в организм вещества (его внутреннюю дозу) в течение конкретного периода времени независимо от путей его поступления и воздействующих сред; осуществлять реконструкцию экспозиции, то есть качественно и количественно восстанавливать компоненты экспозиции; обосновывать приоритетный перечень химических веществ; выделять зоны и группы риска здоровью; оценивать коэффициенты и индексы опасности с учетом внутренней дозы. Маркеры экспозиции могут применяться для верификации результатов расчета экспозиции веществ, обладающих общетоксическим действием. Сопоставление результатов

исследования маркеров экспозиции с определенными уровнями экспозиции может быть учтено при анализе неопределённости оценки экспозиции.

На этапе оценки зависимости «экспозиция – эффект» маркеры экспозиции могут быть использованы для установления зависимости «экспозиция/маркер экспозиции – ответ/маркер ответа», а также для параметризации причинно-следственных связей «внешняя экспозиция – внутренняя доза – концентрация вещества в биосреде – негативный эффект» для доказательства причинения вреда здоровью (реализации риска), а также в качестве критериев эффективности мероприятий по минимизации риска и вреда здоровью.

3. Маркер эффекта представляет собой показатель, количественное изменение которого характеризует, например, биохимическое, физиологическое поведенческое изменение в организме (нарушение функций критических органов и систем), которое можно считать связанным с заведомо известным или возможным нарушением здоровья или заболевания, доказано связанным с воздействием экспозиции и (или) маркерами экспозиции [5].

Маркеры эффекта определяются на основе эпидемиологических (заболевание, смерть) и (или) специальных медицинских исследований (например, биохимические, иммунологические, общеклинические, генетические, цитологические) с учетом физиологических значений и (или) значений группы сравнения для соответствующих половозрастных групп.

На этапе идентификации опасности маркеры эффекта используются для уточнения ответов на негативное воздействие химического загрязнения объектов среды обитания, поскольку позволяют регистрировать изменения состояния здоровья населения на донозологическом этапе. Это позволяет дать более полную характеристику потенциальных вредных эффектов химических веществ и углубить оценку научной доказанности возможности развития этих эффектов у человека.

На этапе оценки зависимости «экспозиция – эффект» маркеры эффекта могут быть использованы для установления/выбора количественных показателей, характеризующего связь между воздействующей дозой (концентрацией) загрязняющего вещества и вероятностью вредных эффектов в экспонируемой популяции. Маркеры эффекта позволяют оценивать распространенность в экспонированной популяции случаев нарушений функций критических органов и систем, доказано связанных с экспозицией. Маркеры эффекта, наряду с маркерами экспозиции, могут быть использованы для параметризации причинно-следственных связей «внешняя экспозиция – внутренняя доза – концентрация вещества в биосреде – негативный эффект» для доказательства причинения вреда здоровью, а также в качестве критериев эффективности мероприятий по минимизации риска и вреда здоровью. Большинство референтных уровней экспозиции обосновано по критериям эффектов на ранней стадии их развития, установленных с использованием биомаркеров.

Рекомендуемый перечень маркеров эффекта представлен в табл. П12.2.

4. Маркеры восприимчивости (чувствительности) – показатели врожденной или приобретенной организмом человека способности к повышенной реакции на воздействие конкретного химического вещества или группы подобных соединений [6].

Примеры показателей, которые используются в качестве маркеров повышенной чувствительности, представлены в табл. П12.3, П12.4.

Маркеры восприимчивости (чувствительности) позволяют оценивать вариабельность токсического действия и выявлять ее причины, выявлять индивидов в популяции, отличающихся по обусловленной приобретенными или генетическими факторами чувствительности к действию химических веществ и предрасположенности к развитию негативных изменений здоровья, связанных с воздействием химических веществ, повышать точность оценки риска здоровью, оптимизировать мероприятия по минимизации риска и вреда здоровью.

Наибольшей ценностью обладает совместное использование всех трех типов биомаркеров так как дает возможность более полно оценить: воздействующие уровни (количества поглощенной или внутренней дозы); характер и возможные патогенетические механизмы вредного действия химических веществ, получить параметризованные показатели зависимости возникающих эффектов, в том числе на донозологической стадии, от уровня экспозиции химических веществ, установить степень реализации риска (вреда) здоровью населения.

Таблица П12.1

Референтные значения (пределы) содержания приоритетных химических веществ в биосредах человека

Химическое вещество/биологический материал	Популяционная группа (возрастной диапазон)	Референтное значение (референтный предел), мг/дм ³	Источник	Нижняя граница ориентировочной безопасной концентрации в биосредах, мг/дм ³
Алюминий в моче	Общая популяция	0,0065±0,0035	[7]	0,003
Бензол в крови	Общая популяция	0,0 - 0,00004	[8]	0,0
Бериллий в моче	Общая популяция	< 0,001	[9]	< 0,001
Бисфенол А в моче	Дети	1,5	[10]	1,5
	Взрослые	2,5		2,5
Ванадий (V) в крови	Общая популяция	0,00006-0,00087	[11]	0,00006
Висмут в крови	Общая популяция	0,001-0,012	[11]	0,001
Кадмий в моче	Дети и подростки	0,0005	[12]	0,0005
	Взрослые	0,001	[12]	0,001
	Общая популяция	0,0005-0,0047	[13]	0,0005
		0,0003-0,003	[14]	0,0003
Кобальт в моче	Общая популяция	0,001-0,002	[15]	0,001
Кобальт в сыворотке крови		0,00011-0,00045	[16]	0,00011
Марганец в крови	Общая популяция	0,0109±0,0006	[15, 16]	0,01
Медь в крови	Общая популяция	0,9-1,9	[15]	0,9
Метаболиты ди(2-этилгексил) фталата (ДЭГФ): 5-оксо- и 5-ОН-МЭГФ в моче	Дети в возрасте 6-13 лет	0,5	[8]	0,5
	Женщины репродуктивного возраста	0,3		0,3
	Мужчины ≥ 14 лет, –общая популяция	0,75		0,75

Химическое вещество/биологический материал	Популяционная группа (возрастной диапазон)	Референтное значение (референтный предел), мг/дм ³	Источник	Нижняя граница ориентировочной безопасной концентрации в биосредах, мг/дм ³
Мышьяк в крови	Общая популяция	0,002-0,023	[15]	0,002
Никель в крови	Общая популяция	0,001-0,028	[13, 15]	0,001
Пентахлорфенол в сыворотке крови	Общая популяция	0,04	[17]	0,04
Пентахлорфенол в моче	Общая популяция	0,025		0,025
Ртуть в моче	Общая популяция	0,002-0,008	[13,15]	0,002
	Общая популяция	0,0001-0,002	[14]	0,0001
Ртуть в крови	Общая популяция	0,005	[15]	0,005
Свинец в крови	Общая популяция	>0,1	[15]	0,1
Селен в крови	Общая популяция	0,058-0,234	[15]	0,058
Сурьма в плазме	Общая популяция	0,000052±0,000019	[15]	0,000052
Таллий в крови	Общая популяция	<0,005	[15]	<0,005
Цинк в моче	Общая популяция	0,18-0,085	[15]	0,18
Цинк в крови	Общая популяция	0,07-0,12	[15]	0,07
Хром в крови	Общая популяция	0,0007-0,028	[13, 15]	0,001
Цезий в сыворотке крови	Общая популяция	0,001-0,0004	[15]	0,001
Фенол в крови	Общая популяция	-	[18]	0,01
Фторид в моче	Общая популяция	0,2-3,2	[19]	0,2
Формальдегид в крови	Дети	0,005±0,0014	[18]	0,004
	Взрослые	0,018±0,006	[18]	0,018

Таблица П12.2

Перечень маркеров эффекта воздействия приоритетных химических веществ

Фактор экспозиции /маркер экспозиции	Критические органы и системы/механизм формирования негативного эффекта	Маркер эффекта	Направленность изменения маркера эффекта
Алюминий /Алюминий в моче Фтористые соединения /фтор-ион в моче	Костная система (Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (М80-М94) / Замедление процесса ремоделирования костной ткани	Н-остеокальцин в сыворотке крови	Повышение
		Костный изофермент щелочной фосфатазы в сыворотке крови	Повышение
		Аминотермальные пропептиды	Повышение
	Костная система (Болезни костно-мышечной системы и соединительной ткани (М80-М94) / Усиление процесса резорбции костной ткани	Тартрат-резистентная кислая фосфатаза в сыворотке крови	Повышение
		Н- и С-концевые телопептиды в сыворотке крови	Повышение
		Кальций ионизированный в цельной крови	Повышение
		Фосфор в сыворотке крови	Снижение

172

Фактор экспозиции /маркер экспозиции	Критические органы и системы/механизм формирования негативного эффекта	Маркер эффекта	Направленность изменения маркера эффекта
Марганец/ марганец в цельной крови	Нервная система, центральная нервная система (Болезни нервной системы (G10-G99) / Дисбаланс синаптической передачи нервного импульса между нейронами	Глутаминовая кислота в сыворотке крови	Повышение
		Ацетилхолин в сыворотке крови	Повышение
		Холинэстераза в сыворотке крови	Снижение
		γ-аминомасляная кислота в сыворотке крови	Снижение
		Магний в сыворотке крови	Снижение
Алюминий /Алюминий в моче	Нервная система, центральная нервная система (Болезни нервной системы (G10-G99) / Активация процесса окисления. Окислительная модификация белков и воспаление в нейронах. Напряжение антиоксидантной защиты	Гидроперекиси липидов в сыворотке крови	Повышение
		Малоновый диальдегид в плазме крови	Повышение
		Общая антиоксидантная способность плазмы крови	Повышение
		Глутатионпероксидаза в сыворотке крови	Снижение
		Глутатион-S-трансфераза в сыворотке крови	Снижение
		Глутатионредуктаза в сыворотке крови	Снижение
		Cu/Zn-супероксиддисмутаза	Повышение
		Каталаза сыворотке крови	Снижение
		Нейронспецифическая энолаза в сыворотке крови	Повышение
Алюминий/ алюминий в моче	Нервная система, центральная нервная система (Болезни нервной системы (G10-G99) / Нарушение трофики поврежденных нейрональных структур	Нейротропин-3 в сыворотке крови	Снижение
Бензол/ бензол в цельной крови Фенол/ фенол в цельной крови	Сердечно-сосудистая система (Болезни системы кровообращения (I10-I99) / Нарушение эндотелиальной интимы сосудов	Оксид азота в сыворотке крови	Снижение
		Гомоцистеин в сыворотке крови	Повышение
		Гидроперекиси липидов в сыворотке крови	Повышение
		Малоновый диальдегид в плазме крови	Повышение
		Фактор роста эндотелия сосудов	Повышение
Бензол/ бензол в крови Фенол / фенол в цельной крови	Сердечно-сосудистая система (Болезни системы кровообращения (I10-I99) Эндокринная система Болезни эндокринной системы, расстройства	Холестерин общий	Повышение
		Холестерин ЛПВП	Снижение
		Холестерин ЛПНП	Повышение
		Липопротеин (а)	Повышение

Фактор экспозиции /маркер экспозиции	Критические органы и системы/механизм формирования негативного эффекта	Маркер эффекта	Направленность изменения маркера эффекта
	питания и нарушения обмена веществ (E65-E90) / Дислипидемия		
Свинец /свинец в цельной крови	Почки (Болезни мочеполовой системы (N00-N29) / Нарушение порфиринового обмена	Копропорфирин в моче	Повышение
		Дельта-аминолевулиновая кислота в моче	Повышение
Фенол/фенол в цельной крови	Печень (Болезни печени K70-K77) / Активация цитолиза	АЛТ, АСТ	Повышение
Хром /хром в цельной крови	Печень (Болезни печени K70-K77) / Холестаз	Общий билирубин в сыворотке крови	Снижение
		Прямой билирубин в сыворотке крови	Повышение
		Щелочная фосфатаза в сыворотке крови	Повышение
		α1-глобулин в сыворотке крови	Снижение
		γ- глобулин в сыворотке крови	Снижение
Хром /хром в цельной крови	Желудочно-кишечный тракт (Болезни органов пищеварения (K20-K38, K50-K64) / Повышение секреции протеолетических пищеварительных ферментов	Гастрин в сыворотке крови	Снижение
		Пепсиноген I в сыворотке крови	Повышение
		Пепсиноген II в сыворотке крови	Повышение
Мышьяк /мышьяк в цельной крови, мышьяк в моче	Нервная система, центральная нервная система (Болезни нервной системы (G10-G99) / Дисбаланс нейромедиаторов и нарушение влияния на гипоталамо-гипофизарную систему	Адреналин в плазме крови	Снижение
		Норадреналин в плазме крови	Снижение
		Дофамин в плазме крови	Снижение
		Серотонин в сыворотке крови	Повышение
		Кортизол в сыворотке крови	Снижение

Таблица П12.3

Примеры маркеров повышенной чувствительности организма человека к воздействию химических веществ

Химическое вещество или группа веществ	Ген	Полиморфизм	Нарушения состояния здоровья, заболевания
Ароматические углеводороды (бензол, этилбензол, стирол), Хлорорганические соединения (хлороформ, тетрахлорметан), Полициклические ароматические углеводороды (бенз(а)пирен)	CYP1A1	T6235C, - 9893A/G	Рак легкого, губы, кишечника, ротовой полости, почки, крови, молочной железы
	CYP2C19	G681A	
	CYP1A2	1545T>C	
	CYP17A1	rs1042386	
	CPOX	921A/C	

174			
Химическое вещество или группа веществ	Ген	Полиморфизм	Нарушения состояния здоровья, заболевания
Полициклические ароматические углеводороды (бенз(а)пирен)	GSTP1	A313G, C341G	Рак кожи, почки, легкого, гортани, кишечника, яичников, семенников, мочевого пузыря
Ароматические углеводороды (бензол, фенол)	VEGF	rs2010963	Гипертоническая болезнь. ИБС
	NO-синтаза	rs1799983	
Металлы (мышьяк, свинец), Ароматические амины (анилин, нитробензол), Ароматические углеводороды (фенол)	MTHFR	C677T, A1298C	Невынашивание беременности, гипертоническая болезнь, ИБС, анемия
Ароматические углеводороды (фенол), Металлы (хром, никель, мышьяк)	ACE	I/D	Гипертоническая болезнь. ИБС
Полициклические ароматические углеводороды (бенз(а)пирен) Ароматические углеводороды (бензол, этилбензол)	PPARA PPARD PPARG	M235T, T174M, G-6A	Сахарный диабет, болезнь Альцгеймера
		A486V	
		+9/-9	
Формальдегид, Металлы (хром, никель), Фталаты (фталевый ангидрид)	IL4	T-1098G, T-590C	Аллергический ринит, бронхиальная астма, атопический дерматит
Ароматические углеводороды (бензол, этилбензол, стирол)	TNFA	G-308A, G-238A	Аллергический ринит, бронхиальная астма, атопический дерматит
	HLADR	rs3135388	Сахарный диабет
Полициклические ароматические углеводороды (бенз(а)пирен)	p53	rs17884159	Рак кожи, легкого, кишечника, яичников, почки, семенников, мочевого пузыря, гортани
Металлы (хром, никель, мышьяк)	BRCA1	rs3950989	Рак молочной железы, поджелудочной железы
	BRCA2	rs1801439	
	APO-E	rs429358	Болезнь Альцгеймера

Таблица П12.4

Генетические и приобретенные факторы, влияющие на восприимчивость (чувствительность) организма человека к воздействию химических веществ [3]

Биомаркеры восприимчивости (чувствительности)	Химическое вещество, группа веществ	Нарушение состояния здоровья, заболевание
Генетические		
Фенотип гидроксилирования дебризохина	Табачный дым (оксид и диоксид углерода, цианистый водород, аммоний, изопрен, ацетальдегид, акролеин, нитробензол, ацетон, сероводород, синильная кислота)	Рак легких
Ацетиляторный фенотип	Афлатоксин, ароматические амины	Рак печени, рак мочевого пузыря

Биомаркеры восприимчивости (чувствительности)	Химическое вещество, группа веществ	Нарушение состояния здоровья, заболевание
Генотип атаксии-телеангиэктазии	Блеомицин, эпоксиды	Раки разных локализаций
Генотип пигментной ксеродермии	Агенты, вызывающие окислительные повреждения ДНК; ПАУ, ароматические амины, афлатоксин В ₁	Рак кожи, раки других локализаций
Индуцируемость арилуглеводородной группы	Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ)	Рак легких
α-1-Антитрипсин	Сигаретный дым	Эмфизема легких
Фенотип анемии Франкони	Агенты сшивания	Острый лейкоз
Фенотип дефицита глюкозо-6Ф-дегидрогеназы	Оксиданты, ароматические амины, ароматические нитросоединения	Низкая устойчивость к оксидативному стрессу и ароматическим аминам
Фенотип серповидных клеток	Ароматические аминокислоты и нитросоединения, окись углерода, цианиды	Анемия
Фенотип талассемии	Свинец, бензол	Анемия
Эритроцитарная порфирия	Хлорохин, гексахлорбензол, свинец, различные лекарственные препараты (например, барбитураты, сульфонамиды)	Анемия
Гетерозиготы по дефициту сульфитоксидазы	Сульфит, бисульфит, диоксид серы	Патологические изменения в легких
Вариант алкогольдегидрогеназы	Повышенная по сравнению с нормой скорость метаболизма спиртов (например, этанола)	-
Фенотип GST _μ	Сигаретный дым	Рак легких
Варианты псевдохоллинэстеразы	Фосфорорганические и карбаматные инсектициды, миорелаксанты	Явления нейротоксичности
Дефицит IGA	Вещества, раздражающие дыхательные пути	Раздражение дыхательных путей
Присутствие фенилкетонов в моче	Предшественники фенилкетонов	Фенилкетонурия
Приобретенные		
Недостаточность питания	Химические вещества	Сниженная резистентность к действию многих химических веществ
Индукцированные изоферменты цитохрома Р-450 ПЕ1	Этанол	Раки различных локализаций
Антигенспецифичные антитела	Химические вещества (например, бенз(а)пирен, алюминий, марганец, никель, хром, мышьяк, фенол, формальдегид), пыли	Снижение функций легких, высыпания на коже

Методический подход к экстраполяции времени экспозиции при кратковременном воздействии на разные периоды осреднения

1. Пример расчета величины искомой концентрации C1 длительностью T1 из концентрации C длительностью T с использованием степенного коэффициента n по формуле П13.1 с использованием данных таблицы П.13.1:

$C^n \times T = K,$ (П13.1)

где:
n – коэффициент для экстраполяции времени экспозиции при кратковременном ингаляционном воздействии на разные периоды осреднения;
C – концентрация, с которой проводится экстраполяция при времени T;
T – время, с которого проводится экстраполяция, например, 20-30 минут;
K – константа, равная значению левой части выражения (1) при изменениях C и T.

Ниже в формулах (П13.2) и (П13.3) приводится вариант записи формулы (П13.1), удобный для расчетов:

$\ln C1 = (n \times \ln(C) + \ln(T) - \ln(T1))/n;$ (П13.2)

$C1 = \exp(\ln C1),$ (П13.3)

где:
C1 – искомая концентрация при времени экспозиции T1 (60 минут);
n – коэффициент для экстраполяции времени экспозиции при кратковременном ингаляционном воздействии на разные периоды осреднения;
C – концентрация, с которой проводится экстраполяция при времени T;
T – время, с которого проводится экстраполяция, например, 20-30 минут;
T1 – время, на которое проводится экстраполяция, например, 60 минут.

Таблица П13.1

Коэффициенты «n» для экстраполяции времени экспозиции при кратковременном воздействии на разные периоды осреднения

CAS	Код выброса	Название вещества	Коэффициент «n»*
107-05-1	801	Аллил хлористый	0,50
79-01-6	902	Трихлорэтилен	0,80
107-11-9	1808	Аллиламин	0,85
71-55-6	899	1,1,1-Трихлорэтан	1,00
75-07-0	1317	Ацетальдегид	1,00
62-53-3	1805	Анилин	1,00
584-84-9	-	2,4-Толуилендиизоцианат	1,00
10028-15-6	326	Озон	1,00
7446-09-5	330	Сера диоксид	1,00

177

CAS	Код выброса	Название вещества	Коэффициент «п»*
75-44-5	347	Фосген	1,00
107-13-1	2001	Акрилонитрил	1,10
151-56-4	1873	Этиленимин	1,10
107-02-8	1301	Акролеин	1,20
123-73-9	1309	Кротоновый альдегид, транс-	1,20
75-21-8	1611	Этиленоксид	1,20
7647-01-0	316	Водород хлорид	1,50
74-97-5	918	Хлорбромметан	1,60
79-10-7	1512	Акриловая кислота	1,70
67-66-3	898	Хлороформ	2,00
71-43-2	602	Бензол	2,00
540-59-0	856	1,2-Дихлорэтилен	2,00
50-00-0	1325	Формальдегид	2,00
108-95-2	1071	Фенол	2,00
127-18-4	882	Тетрахлорэтилен	2,00
75-09-2	869	Дихлорметан	2,00
75-01-4	827	Винилхлорид	2,00
67-56-1	1052	Метанол	2,00
78-93-3	1409	2-Бутанон	2,00
111-15-9	-	2-Этоксипропилацетат	2,00
110-80-5	1119	2-Этоксипропанол	2,00
75-15-0	334	Сероводород	2,00
74-93-1	1715	Метилмеркаптан	2,00
302-01-2	-	Гидразин	2,00
100-44-7	802	Бензил хлористый	2,00
7803-51-2	315	Фосфин	2,00
75-56-9	1608	Пропиленоксид	2,20
7783-06-4	333	Водород сульфид	2,20
7726-95-6	307	Бром	2,20
7784-42-1	314	Арсин	2,20
108-88-3	621	Толуол	2,50
74-90-8	317	Водород цианид	2,70
56-23-5	906	Тетрахлорметан	2,80
107-18-6	1038	Аллиловый спирт	3,00
107-15-3	1886	Этилендиамин	3,00
108-91-8	1870	Циклогексиламин	3,00
7782-50-5	349	Хлор	3,50
10102-44-0	301	Азот диоксид	3,50
335-57-9	879	Перфторгептан	4,00
7664-41-7	303	Аммиак	4,60
Примечание: * – коэффициент п используется при установлении ARfC различного времени осреднения			

Расчет суточных доз

1. Расчет суточных доз при ингаляционном воздействии веществ с атмосферным воздухом осуществляется по стандартной формуле П14.1:

$$I = [(Ca \times Tout \times Vout) + (Ch \times Tin \times Vin)] \times EF \times ED / (AT \times BW \times 365) \quad (П14.1)$$

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Величина поступления, мг/кг-день	-
Ca	Концентрация вещества в атмосферном воздухе, мг/м³	-
Ch	Концентрация вещества в воздухе жилого помещения, мг/м³	1,0*Ca
Tout	Время, проводимое вне помещений, час/день	8 часов/день
Tin	Время, проводимое внутри помещений, час/день	16 часов/день
Vout	Скорость дыхания вне помещений, м³/час	1,4 м³/час
Vin	Скорость дыхания внутри помещения, м³/час	0,63 м³/час
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
BW	Масса тела, мг/кг	70 кг; дети: 15 кг
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет

2. Расчет средней суточной дозы при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой осуществляется по стандартной формуле П14.2:

$$I = (Cw \times V \times EF \times ED) / (AT \times BW \times 365) \quad (П14.2)$$

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Поступление с питьевой водой, мг/кг-день	-
Cw	Концентрация вещества в воде, мг/л	-
V	Величина водопотребления, л/сут	2 л/сут; дети 1 л/сут
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
BW	Масса тела, мг/кг	70 кг; дети: 15 кг

3. Расчет средней суточной дозы при ингаляционном поступлении химических веществ, испаряющихся из питьевой воды, осуществляется по стандартной формуле П14.3:

179

$$I = CDI \times ED \times EF / (AT \times BW \times 365) \quad (\text{П14.3})$$

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Ингаляционное поступление, мг/кг-день	-
CDI	Средняя концентрация в воздухе, мг/м ³	$CDI = (X_b + X_h) \times C_w \times \text{Theta}$
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
EF	Частота воздействия, дней/год	365 дней/год
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
BW	Масса тела, мг/кг	70 кг; дети: 15 кг
Cw	Концентрация вещества в воде, мг/л	-
Xb	Вспомогательная величина, отражающая вклад водных процедур в общую ингаляционную нагрузку	$X_b = 0,7 \times IR_a \times T_b \times W_b / (V R_b \times 60)$
Xh	Вспомогательная величина, отражающая вклад питьевой воды (кроме, водных процедур) в общую ингаляционную нагрузку	$X_h = 0,54 \times (W_h \times IR_a \times (T_h - T_r) / (V R_h)) + 0,54 \times (T_r \times IR_r \times W_h / V R_h)$
Theta	Эффективность массопереноса вещества из воды в воздух	$\text{Theta} = 3000000 / (2,5 / D_w^{0,67}) + [(R \times T) / (H \times D_a^{0,33})]$
T	Температура в квартире, К	$T = 273 + t = 293 \text{ К}$
t	Температура в квартире, °С	20 °С
H	Константа закона Генри, Па·м ³ /моль	Значения содержатся в химических справочниках, базах данных: - rais.ornl.gov/tools/profile.php (в свободном доступе); - www.epa.gov/superfund (в свободном доступе). Может быть рассчитана по величине растворимости вещества в воде и давлению его паров
R	Универсальная газовая постоянная	8,31
Dw	Коэффициент диффузии в воду, см ² /с	Для органических веществ: $D_w = 22 \times 0,00001 / M W^{0,67}$. Для большинства неорганических веществ коэффициент диффузии 0
Da	Коэффициент диффузии в воздух, см ² /с	Для органических веществ: $D_a = 1,9 / M W^{0,67}$. Для большинства неорганических веществ коэффициент диффузии 0
IRr	Скорость вентиляции в покое, м ³ /кг-час	0,007 м ³ /кг-час
IRa	Скорость вентиляции при активной деятельности, м ³ /кг-час	0,02 м ³ /кг-час
Tr	Продолжительность сна, отдыха, час	8 часов
Tb	Время, затрачиваемое на умывание, принятия душа, ванны, мин./день	30 мин./день
Th	Общее время пребывания в жилом помещении, час/день	16 час/день
VRb	Скорость вентиляции в ванной комнате, м ³ /мин	0,5 м ³ /мин
VRh	Скорость вентиляции в квартире, м ³ /час	360 м ³ /час
Wh	Общее водопотребление в квартире, л/час	30 л/час
Wb	Водопотребление для умывания, душа, ванны, л/мин	8 л/мин
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг

4. Расчет средней суточной дозы при случайном заглатывании поверхностной воды (воды водоемов) осуществляется по стандартной формуле П14.4:

$$I = (CW \times IR \times EF \times ED \times ET) / (AT \times BW \times 365)$$

(П14.4)

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Пероральное поступление, мг/кг-день	-
Cw	Концентрация вещества в воде, мг/л	-
IR	Скорость поступления, л/час	0,05 л/час
EF	Частота воздействия, дней/год	45 дней/год
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
ET	Время воздействия, час/день	1 час
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг

5. Расчет средней суточной дозы при ингаляционном поступлении химических веществ, испаряющихся из питьевой воды во время купания (плавания) в открытом водоеме, осуществляется по стандартной формуле П14.5:

$$I = (CA \times IR \times EF \times ET \times ED) / (AT)$$

(П14.5)

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Ингаляционное поступление, мг/кг-день	-
CA	Концентрация вещества в воздухе, мг/м ³	(Cw x Vp x 273 x MW)/(760 x K x 22,4)
Cw	Концентрация вещества в воде, мг/л	-
IR	Скорость ингаляции, м ³ /час-кг	0,02 м ³ /час-кг
EF	Частота воздействия, дней/год	45 дней/год
ET	Время воздействия, час/день	1 час
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг
T	Температура, К	273 + t = 293 К
t	Температура, °С	20 °С
Vp	Давление паров, мм.рт.ст.	Значения содержатся в химических справочниках, базах данных: - rais.ornl.gov/tools/profile.php (в свободном доступе); - www.epa.gov/superfund (в свободном доступе). Vp = MW/28,9
MW	Молекулярная масса, г/моль	Значения содержатся в химических справочниках, базах данных: - rais.ornl.gov/tools/profile.php (в свободном доступе); - www.epa.gov/superfund (в свободном доступе).

6. Расчет средней суточной дозы при накожной экспозиции водопроводной (питьевой) воды (поглощенная доза) осуществляется по стандартной формуле П14.6:

DAD = (DAe × EV × ED × EF × SA)/(AT × BW × 365 × 1000)

(П14.6)

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
DAD	Поглощенная доза, мг/кг-день	-
DAe	Абсорбированная доза за одно событие на экспонируемую площадь кожи, мг/см ² -событие	Для неорганических и высоко ионизированных органических веществ: DAe = Kp × Cw × te. Для органических веществ: если te ≤ t*, то DAe = 2 × Kp × Cw × (6 × thauе × te/3,14) ^{0,5} , если te > t*, то DAe = Kp × Cw × {(te/(1 + B)) + 2 × thauе × (1 + 3 × B + 3 × B ²)/(1+B) ² }
Cw	концентрация вещества в воде, мг/л	-
EV	Частота контакта, число контактов/день	1
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
SA	Площадь участка кожи, см ²	18000 см ² ; ребенок: 6600 см ²
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг
ABS	Коэффициент кожной резорбции, отн. ед	Определяется свойствами вещества
Kp	Коэффициент кожной проницаемости, см/час	Log(Kp) = -2,8 + 0,67 × Log(Kow) – 0,0056 × MW
MW	Молекулярная масса, г/моль	Значения содержатся в химических справочниках, базах данных: - rais.ornl.gov/tools/profile.php (в свободном доступе); - www.epa.gov/superfund (в свободном доступе).
Kow	Коэффициент распределения октанол/вода	Значения содержатся в химических справочниках, базах данных: - rais.ornl.gov/tools/profile.php (в свободном доступе); - http://www.epa.gov/superfund (в свободном доступе). Log(Kow) = 3,06 - 0,68 × Log (S)
S	Растворимость вещества в воде, г/л	Значения содержатся в химических справочниках, базах данных: - rais.ornl.gov/tools/profile.php (в свободном доступе); - http://www.epa.gov/superfund (в свободном доступе).

182

te	Продолжительность одного события, час/событие	0,58; ребенок: 1,0
B	Коэффициент соотношения между проницаемостью через роговой слой кожи и эпидермис	$B = (K_p \times MW^{0,5})/2,6$
thae	лаг-период на событие, час/событие	Для органических веществ: $thae = 0,16 \times 10^{(0,0056 \times MW)}$
Dsc	Эффективная диффузия для переноса вещества через кожу, см ² /час	Для органических веществ: $Dsc/Lsc = 10^{(-2,8 - 0,0056 \times MW)}$
Lsc	Толщина кожного покрова, см	10 ⁻³ см
t*	Время достижения равновесного состояния, час	Для органических веществ, если $B \leq 0,6$, то $t^* = 2,4 \times thae$; если $B > 0,6$, то $t^* = (b - (b^2 + c^2)^{1/2}) \times (Lsc^2/Dsc)$, где $b = 2 \times (1 + B)^2/3,14 - c$ $c = (1 + 3B + 3B^2)/(3(1 + B))$

7. Расчет средней суточной дозы при накожной экспозиции воды открытых водоемов (поглощенная доза) осуществляется по стандартной формуле П14.7:

$$DAD = (Dae \times EV \times ED \times EF \times SA)/(AT \times BW \times 365 \times 1000) \quad (\text{П14.7})$$

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
DAD	Абсорбированная накожная доза, мг/кг-день	-
Dae	Абсорбированная доза за событие, мг/см ² -событие	См. формулу П14.6
EV	Частота событий в год	45
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
EF	Частота воздействия, дней/год	45 дней/год
SA	Площадь поверхности кожи, см ²	18000 см ² ; дети: 6600 см ²
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг

8. Расчет средней суточной дозы при накожной экспозиции воды открытых водоемов (поглощенная доза) осуществляется по стандартной формуле П14.8 (вариант формулы выбирается в зависимости от наличия канцерогенного действия):

$$I = Cs \times FI \times EF \times ET \times CF2 \times ((EDc \times IRc/BWc) + (EDa \times IRa/BWa))/(AT \times 365) \quad (\text{П14.8})$$

для канцерогенов:

$$I = Cs \times FI \times ET \times CF2 \times IRn \times EDn/(BWn \times ATn \times 365)$$

для неканцерогенов:

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Поступление с почвой, мг/(кг×день)	-

183

Cs	Концентрация вещества в почве, мг/кг	-
FI	Загрязненная фракция почвы, отн. ед	1,0 (т.е. 100 %)
EF	Частота воздействия, дн./г	350 дн./г; рекреационный сценарий: 75 дн./г
ET	Время воздействия, час/день	1 ч/дн
CF2	Пересчетный коэффициент, дней/час	ET/24 дн/ч
EDc	Продолжительность воздействия в возрасте моложе 6 лет	6 лет
IR	Скорость поступления, кг/сут	для взрослых: 0,0001 кг/сут; для детей: 0,0002 кг/сут
IRc	Скорость поступления в возрасте 6 и менее лет, мг/сут	0,0002 мг/сут
IRa	Скорость поступления в возрасте старше 6 лет, мг/сут	0,0001 мг/сут
IRn	Скорость поступления, мг/сут	для взрослых: IRn = IRa; для детей: IRn = IRc
EDn	Продолжительность воздействия, лет	для детей: EDn = EDc; для взрослых: EDn = EDa
EDa	Продолжительность воздействия в возрасте старше 6 лет	24 года
BWn	Масса тела, кг	для детей: BWn = BWc; для взрослых: BWn = BWa
BWc	Масса тела в возрасте 6 и менее лет	15 кг
BWa	Масса тела в возрасте старше 6 лет	70 кг
ATn	Период осреднения экспозиции, лет	для детей: 6 лет для взрослых: 30 лет;
AT	Период осреднения экспозиции, лет	70 лет (канцерогены)

9. Расчет средней суточной дозы при ингаляционном воздействии химических веществ, попадающих в воздух из почвы, осуществляется по стандартной формуле П14.9:

$$I = (CA \times IR \times ED \times EF) / (BW \times AT \times 365) \quad (\text{П14.9})$$

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Ингаляционное поступление, мг/(кг×день)	-
Ca	Концентрация вещества в воздухе, мг/м ³	Cs × (1/PE _{TSP} + 1/ VF)
Cs	Концентрация вещества в почве, мг/кг	-
PE _{TSP}	Фактор эмиссии пылевых частиц, м ³ /кг	расчетная величина (табл. П.7.10)
VF	Фактор испарения из почвы, м ³ /кг	расчетная величина (табл. П.7.11)
IR	Скорость поступления, м ³ /сут	20 м ³ /сут; дети: 10 м ³ /сут
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дн/г
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг
AT	Период осреднения экспозиции, лет	для взрослых 30 лет; для детей: 6 лет; канцерогены: 70 лет

10. Расчет фактора эмиссии пылевых частиц осуществляется по формуле П14.10:

$$PE_{TSP} = Q/C \times 3666 / (0,036 \times (1 - V) \times (U_m/U_t)^3 \times F(x))$$
 (П14.10)

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартная величина
PE _{TSP}	Фактор эмиссии пылевых частиц, м³/кг	1,32 × 10 ⁹ или расчетная величина
Q/C	Средняя инверсная концентрация в центре участка площадью 0,5 акра, г/м² - с на кг/м³	90,8
F(x)	Функция, зависящая от U _m /U _t	0,194
U _m	Среднегодовая скорость ветра, м/с	4,69 м/с
U _t	Эквивалентное пороговое значение скорости ветра на высоте 7 м, м/с	11,32 м/с
V	Фракция земли, покрытая растительностью, отн. ед.	0,5

11. Расчет фактора испарения вещества из почвы осуществляется по формуле П14.11:

$$VF = Q/C \times (3,14 \times D_a \times T)^{1/2} \times 10^{-4} / (2 \times \rho_{o_b} \times D_a)$$
 (П14.11)

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартная величина
VF	Фактор испарения с поверхности почвы, м³/кг	-
Q/C	Средняя инверсная концентрация в центре участка площадью 0,5 акра, г/м² - с на кг/м³	68,81
T	Интервал воздействия, с	9,5 × 10 ⁸ с
D _a	Наблюдаемая диффузия, см²/с	см. примечание *
rho _{o_b}	Плотность сухой почвы, г/см³	1,5 г/см³
Theta _a	Соотношение пористости почвы и пористости воздуха (L воздух/L почва)	0,28
L	Пористость среды	-
n	Общая пористость почвы (L поры/L почва)	0,43
Theta _w	Пористость почвы для воды (L вода/L почва)	0,15
Rho _s	Плотность почвенных частиц, г/см³	2,65 г/см³
Di	Коэффициент диффузии в воздух, см²/с	Для органических веществ: Di = 1,9/MW ^{0,67} . Для большинства неорганических веществ коэффициент диффузии 0.
H	Константа закона Генри, Па·м³/моль	Может быть рассчитана по величине растворимости вещества в воде и давлению его паров. Значения параметров (H, растворимость в воде, давление паров) содержатся в химических справочниках, базах данных:

		- ais.ornl.gov/tools/profile.php (в свободном доступе); - www.epa.gov/superfund (в свободном доступе).
H'	Константа закона Генри, отн. ед.	H' = H×41
Dw	Коэффициент диффузии в воду, см²/с	Для органических веществ: Dw = 22 × 0,00001/MW ^{0,67} . Для большинства неорганических веществ коэффициент диффузии близок к нулю
Kd	Коэффициент распределения почва/вода, см³/г	Koc × f _{oc}
K _{oc}	Коэффициент распределения органического углерода почва/вода, см³/г	Может быть рассчитан по величине коэффициента распределения октанол/вода
f _{oc}	Фракция органического углерода в почве, г/г	0,006 г/г (0,6 %)
Примечание: * – D _a = ((theta _a ^{3.3} × Di × H' + theta _w ^{3.3} × Dw)/n²)/rho _b × Kd + theta _w + theta _a × H').		

12. Расчет средней суточной дозы при накожной экспозиции почвы осуществляется по стандартной формуле П14.12:

DAD = (DAe × EF × ED × EV × SA)/(BW × AT × 365)

(П14.12)

Примечания:		
Параметр	Характеристика	Стандартная величина
DAD	Абсорбированная накожная доза, мг/(кг×день)	-
DAe	Абсорбированная доза за событие, мг/см² - событие	DAe = Cs × CF × AF × ABSd
Cs	Концентрация вещества в почве, мг/кг	-
CF	Пересчетный коэффициент, кг/мг	10 ⁻⁶ кг/мг
AF	Фактор загрязнения кожи, мг/см²-событие	Зависит от сценария экспозиции или 0,2 мг/см² (дети); 0,1 мг/см² (взрослые)
ABSd	Абсорбированная фракция, отн. ед.	Определяется свойствами вещества: - для органических веществ - 0,1; - для неорганических - 0,01.
SA	Площадь поверхности кожи, см²	5700 см²; ребенок: 3300 см²
EF	Частота воздействия, событие/год	350
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
EV	Число событий в день	1 событие/день
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг
AT	Период осреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет

Рекомендуемая структура отчета по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания²²

1. Титульный лист

1.1. Титульный лист является первой страницей отчета по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания (далее – Отчет), и служит источником информации, необходимой для его обработки и поиска.

1.2. На титульном листе приводят следующие сведения:

- наименование вышестоящей организации;
- наименование организации – исполнителя, подготовившей (разработавшей) Отчет;
- гриф утверждения руководителем организации – исполнителя, подготовившей (разработавшей) Отчет, или иного уполномоченного руководителем данной организации лица;
- наименование Отчета;
- ссылка на документ (договор), подтверждающий соглашение двух или более сторон о проведении работы по оценке риска (возможно привести в разделе «Введение»);
- место и год разработки Отчета.

1.3. Если Отчет состоит из двух и более частей, то каждая часть должна иметь свой титульный лист, соответствующий титульному листу первой части и содержащий сведения, относящиеся к данной части.

2. Список разработчиков (исполнителей)

2.1. В список исполнителей включаются фамилии и инициалы ответственных исполнителей, исполнителей и соисполнителей, принимавших участие в разработке Отчета с указанием занимаемой должности в организации-исполнителе Отчета.

3. Содержание

3.1. Содержание включает введение, наименование всех разделов, подразделов, пунктов (если они имеют наименование), заключение, список использованных источников литературы и наименование приложений с указанием начальных номеров страниц.

²² Примечание: отчет по оценке риска здоровью населения при воздействии химических веществ, загрязняющих среду обитания, содержит сведения о проделанной работе по всем этапам оценки риска здоровью, приведенным в настоящем руководстве, которые использовались согласно выбранному сценарию и цели исследования.

3.2. Если в разрабатываемом Отчете две или более частей (томов), в каждой из них должно быть свое содержание. При этом в первой части (томе) помещают содержание всех томов Отчета, в последующих – только содержание соответствующей части. Возможно в первой части вместо детального содержания последующих частей указывать только их наименования.

3.3. Рекомендуется создавать содержание Отчета с использованием гиперссылок.

4. Обозначения и сокращения

4.1. Структурный элемент «Обозначения и сокращения» содержит перечень обозначений и сокращений, применяемых в данном Отчете.

4.2. Запись обозначений и сокращений проводят в алфавитной последовательности в порядке возрастания с необходимой расшифровкой и пояснениями.

5. Реферат

5.1. Реферат содержит:

- сведения об объеме Отчета, количестве иллюстраций, таблиц, приложений, количестве частей Отчета, количестве использованных источников;
- перечень ключевых слов;
- основной текст реферата.

5.2. Перечень ключевых слов включает от 5 до 15 слов или словосочетаний из текста Отчета, которые в наибольшей мере характеризуют его содержание и обеспечивают возможность информационного поиска. Ключевые слова приводятся в именительном падеже и печатаются строчными буквами в строку через запятые.

5.3. Текст реферата должен отражать:

- объект исследования или разработки Отчета;
- цель разработки;
- методы проведения работы;
- результаты работы;
- область применения результатов.

Если Отчет не содержит сведений по какой-либо из перечисленных структурных частей, то в тексте она опускается, при этом последовательность изложения сохраняется.

6. Нормативные и библиографические ссылки

6.1. Структурный элемент «Нормативные ссылки» содержит перечень нормативных правовых актов и методических документов, стандартов, справочных изданий, информационных писем, на которые в тексте Отчета дана ссылка.

Структурный элемент «Список использованных источников» содержит библиографические ссылки и оформляется в конце текста Отчета после «Заключения».

6.2. Нормативные и библиографические ссылки следует располагать в порядке появления ссылок на источники в тексте отчета и нумеровать арабскими цифрами с точкой и печатать с абзацного отступа.

7. Раздел «Идентификация опасности»²³

7.1. Сведения о характеристике исследуемой территории:

- 1) описание исследуемой территории;
- 2) история развития исследуемой территории;
- 3) хозяйственная деятельность;
- 4) загрязнение окружающей среды. Описание и указание на карте местности (на ситуационном плане):

- наиболее значимые точки (участки территории) для сравнений рисков;
- топографическое расположения источника(-ов) выброса относительно точек потенциального контакта;
- мест отбора проб и изучаемые среды.

7.2. Сведения о полноте исследования по оценке риска:

- анализ задач оценки риска и обоснования их необходимости (имеющиеся основания для оценки);
- общее описание плана исследований.

7.3. Описание источников загрязнения и анализ данных об источнике (-ках), составе выбросов (сбросах) и условиях загрязнения на исследуемой территории (рассмотрение всех имеющихся данных о потенциальных участках территории, на которых предполагается проведение оценки риска):

- детальный анализ информации о местах и способах сбора данных;
- предварительная идентификация потенциальной экспозиции на население;
- типичные компоненты выбросов, сбросов от источника(-ов) на территории (по отраслям промышленности) и их потенциальная опасность для здоровья населения;
- характеристика качественного и количественного состава выбросов, сбросов в окружающую среду от конкретного(-ных) источника(-ов) на территории;
- сведения о конкретном(-ых) источнике(-ках) загрязнения окружающей среды (по этапам технологического процесса);
- имеющиеся данные о фоновом загрязнении и необходимость их получения;
- места отбора проб и изучаемые среды;
- методы отбора проб, анализ качества проведенных исследований, чувствительность аналитических методов;
- специальные дополнительные исследования (когда, где и кем проводились).

7.4. Сведения об анализе информации о показателях опасности химических канцерогенов и неканцерогенов.

²³ Примечание: табличный материал раздела «Идентификация опасности» оформляется согласно примерам таблиц, приведенных в разделе 13 настоящего приложения (табл. П15.1 – П15.13).

7.5. Сведения о выборе приоритетных для исследования химических веществ:

- ранжирование химических соединений;
- показатели для выделения приоритетных загрязнений окружающей среды;
- итоговое заключение о приоритетных веществах для последующей оценки экспозиции и риска;
- краткая характеристика – описание потенциальной опасности выбранных приоритетных веществ.

7.6. Характеристика неопределенностей на этапе идентификации опасности.

8. Раздел «Оценка зависимости «концентрация (доза) – ответ»²⁴

8.1. Параметры для оценки неканцерогенного риска для выбранных приоритетных веществ:

- адекватные задачам оценки риска периоды (частота, продолжительность) воздействия для отбора токсикологических показателей (максимально недействующая доза, референтные дозы и концентрации, параметры зависимости «концентрация (доза) – ответ» в эпидемиологических исследованиях);
- общая характеристика базы имеющихся токсикологических данных;
- дозы/концентрации, выше которых зависимость «концентрация (доза) – ответ» становится нелинейной.

8.2. Параметры для оценки канцерогенного риска:

- средняя пожизненная экспозиция;
- факторы канцерогенного потенциала для всех канцерогенов и уровни единичного риска;
- весомость доказательств канцерогенности вещества для человека (например, классификации по МАИР, U.S. EPA);
- типы и места локализации опухолей для группы 1 (классификация МАИР) или A (классификация U.S. EPA) (при наличии сведений).

8.3. Вещества, для которых отсутствуют необходимые сведения о токсичности и канцерогенности:

- обзор отечественных и зарубежных данных;
- имеющиеся количественные оценки токсичности и канцерогенности.

8.4. Характеристика неопределенностей на этапе оценки зависимости «концентрация (доза) – ответ».

9. Раздел «Оценка экспозиции»²⁵

9.1. Определение необходимости проведения моделирования и требуемых для этого данных.

²⁴ Примечание: табличный материал раздела «Оценка зависимости «концентрация (доза) – ответ» оформляется согласно примерам таблиц, приведенных в разделе 13 настоящего приложения (табл. П15.14 – П15.19).

²⁵ Примечание: табличный материал раздела «Оценка экспозиции» оформляется согласно примерам таблиц, приведенных в разделе 13 настоящего приложения (табл. П15.20 – П15.32).

9.2. Характеристика зоны воздействия:

1) физическая среда;

- климат;
- растительность;
- тип почвы;
- гидрология поверхностных водоисточников;
- гидрология подземных водоисточников;
- текущее использование земли;
- альтернативы использования земли в будущем.

2) оценка состояния здоровья населения, подверженного воздействию:

- экспонируемые популяции;
- проживание населения относительно выбранных для исследования участков территории;
- приоритетные для анализа субпопуляции.

9.3. Пути распространения химических веществ в окружающей среде и их воздействие на человека:

– определение источников, выбросов и(или) сбросов, механизмов, определяющих особенности распределения и транспорт вещества в окружающей среде, точек (участков) воздействия, путей воздействия в виде полного маршрута воздействия;

- оценка возможного появления более опасных метаболитов в организме;
- заключение о маршрутах воздействия в количественной форме с анализом воспринимающей, транспортирующей и воздействующей среды;
- места (точки, участки, территории) экспозиции и пути воздействия.

9.4. Определение степени воздействия (количественная характеристика экспозиции):

1) окружающая среда:

- выбранная стратегия отбора проб для специфичных сред (число и объемы проб, места отбора);
- данные, полученные путем наблюдений за тем или иным участком исследуемой территории;
- оценка аналитических методов;
- наличие и причины появления химических веществ в нулевых (контрольных) пробах;
- случайно (редко) обнаруживаемые химические вещества;
- сопоставление концентраций химических веществ в пробах с фоном;
- дальнейшее ограничение числа подлежащих исследованию веществ на основании имеющихся измерений.

– неопределенности, ограничения, пропуски (отсутствие некоторых данных) при оценке качества набора имеющихся или дополнительно полученных данных.

2) воздействующие концентрации:

- оценка концентраций приоритетных веществ по данным мониторинга;
- оценка концентраций приоритетных веществ по данным дополнительных

и специальных исследований;

- оценка концентраций приоритетных веществ по данным моделирования;
- 3) оценка поступления химических веществ в организм субпопуляции, исследуемой для каждого индивидуального маршрута воздействия:
- расчет суточных доз;
- интегрированная оценка экспозиции.

Этап моделирования рассеивания воздушных выбросов включает:

– оценку концентраций расчетными методами с использованием методов расчета атмосферной диффузии с учетом совокупности всех источников с учетом вариации различных параметров, например, метеорологических параметров, характеристик мощности выбросов, параметров источников выбросов;

– обоснование выбора расположения и границ расчетной сетки и определения шага расчетной сетки;

– использование стандартных методов пространственного интерполирования;

– выбор необходимого числа точек воздействия и(или) рецепторных точек на территории жилой застройки, расположенной в зоне влияния исследуемого объекта (объектов). При проведении оценки риска при обосновании СЗЗ обязателен выбор точек на ее границе по всем сторонам света;

– графическое отображение расположения границ жилой застройки и границ СЗЗ относительно промплощадки предприятия в случае выполнения оценки риска здоровью в целях обоснования СЗЗ;

– графическое отображение распределения величин экспозиции на рассматриваемой территории для наиболее приоритетных веществ по каждому пути поступления и видам рисков (канцерогенный, неканцерогенный) (суммарно не менее четырех веществ по каждому пути поступления). Объем графических материалов должен давать достаточное представление о характере распределения химических веществ в исследуемой области.

9.5. Характеристика неопределенностей на этапе оценки экспозиции.

10. Раздел «Характеристика риска»²⁶

10.1. Характеристика риска исследуемой территории на существующее положение:

1) характеристика канцерогенных и неканцерогенных рисков индивидуальных веществ:

– канцерогенные риски для приоритетных веществ при хроническом воздействии;

– коэффициенты опасности для приоритетных веществ-неканцерогенов при хроническом воздействии;

– коэффициенты опасности для приоритетных веществ-неканцерогенов при хроническом воздействии при кратковременном (остром) воздействии.

2) характеристика канцерогенного и неканцерогенного риска для всех

²⁶ Примечание: табличный материал раздела «Характеристика риска» оформляется согласно примерам таблиц, приведенных в разделе 13 настоящего приложения (табл. П15.33 – П15.42).

воздействующих компонентов среды обитания:

- канцерогенные риски для множества воздействующих канцерогенов;
- индексы опасности для совокупности химических веществ, воздействующих на одинаковые органы и (или) системы организма при хроническом воздействии;
- индексы опасности для совокупности химических веществ, воздействующих на одинаковые органы и(или) системы организма при кратковременном (остром) воздействии;
- обоснование и расчет комбинированных рисков (индексов) опасности по каждому элементу маршрута воздействия;
- неканцерогенные индексы опасности (для множества путей и маршрутов воздействия).

3) характеристика риска исследуемой территории на перспективное положение.

Форма изложения характеристики риска на перспективное положение должна предусматривать аналогичный порядок предусмотренный при описании существующего положения с отражением сравнительного анализа «было/стало» существующего и перспективного положения.

4) анализ неопределенностей:

- факторы неопределенности, характерные для исследуемой территории;
- определение окружающей обстановки;
- применение моделей и предположений;
- значения параметров для моделирования/ учет особенностей распределения / транспорта химического соединения (или его опасного метаболита) в окружающей среде;
- итоговое обсуждение неопределенности критериев токсичности;
- идентификация потенциальных вредных эффектов на здоровье;
- получение или преобразование уровней токсичности (параметров зависимости «концентрация (доза) - ответ»);
- возможные особенности комбинированного действия (синергизм или анатагонизм).

5) итоговое обсуждение и количественное (табличное и графическое) представление характеристики риска:

- ключевые (наиболее приоритетные) загрязняющие вещества и маршруты воздействия;
- виды приоритетных рисков для здоровья;
- уровень достоверности количественной информации, использованной для расчета риска;
- представление количественной информации о критериях токсичности;
- степень достоверности ключевых оценок экспозиции для ведущих маршрутов воздействия;
- выраженность оценок канцерогенного и неканцерогенного рисков;
- ведущие факторы, определяющие риск;
- наиболее важные факторы, вносящие наибольший вклад в неопределенности;
- характеристики популяции, подвергающейся воздействию.

10.2. Характеристика неопределенностей на этапе характеристики риска.

11. Заключение

11.1. Заключение рекомендуется формировать из двух частей. В первой части указывают причины, основания, цели и результаты разработки Отчета, во второй (заключительной) – выводы, предложения, рекомендации.

Содержательно заключение может включать только вторую часть (например – выводы, предложения, рекомендации).

11.2. Основные элементы заключения:

1) краткая характеристика объекта исследования, прилегающей жилой территории, источников загрязнения;

2) приоритетные химические вещества;

3) оценка токсичности и её изученности;

4) оценка экспозиции;

5) характеристика риска:

– канцерогенные риски (для множества путей и маршрутов воздействия);

– неканцерогенные риски (для множества путей и маршрутов воздействия);

– оценка неканцерогенного риска на основе эпидемиологических данных;

6) характеристика основных неопределенностей при проведении оценки риска здоровью населения;

7) общие выводы, включая гигиенические рекомендации и предложения для принятия органами государственной власти и иными заинтересованными органами и организациями необходимых мер по устранению выявленных вредных воздействий факторов среды обитания человека.

12. Приложения

12.1. В приложения к Отчету рекомендуется включать материалы, связанные с разработанным Отчетом, в том числе:

– официальные справки о фоновом загрязнении воздуха, численности населения;

– таблицы (отчеты) программ моделирования и расчетов риска;

– промежуточные математические доказательства, формулы и расчеты;

– таблицы вспомогательных цифровых данных;

– протоколы исследований (испытаний);

– описание аппаратуры и приборов, применяемых при проведении экспериментов, измерений и испытаний;

– иллюстрации вспомогательного характера.

13. Примеры оформления таблиц Отчета

13.1. Примеры оформления таблиц к разделу «Идентификация опасности» приведены в таблицах П15.1 – П15.13 настоящего приложения.

Таблица П15.1

Сравнительные данные валовых выбросов загрязняющих веществ в атмосферу

№ п/п	CAS	Код	Наименование вещества	Выбросы в атмосферу (т/год)				Выбраны для дальнейшего исследования
				По проекту НДВ	По 2-ТП воздух	По проекту обоснования СЗЗ	Разрешение на выброс	

Таблица П15.2

Перечень загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу отисточников на существующее положение/перспективу

№ п/п	CAS	Код	Название вещества	Класс опасности	Выброс, т/г
-------	-----	-----	-------------------	-----------------	-------------

Таблица П15.3

Ранжирование загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферу от источников на существующее положение/перспективу

№ п/п	CAS	Код	Название вещества	Класс опасности	Выброс, т/г	Вклад в выбросы	Ранг
-------	-----	-----	-------------------	-----------------	-------------	-----------------	------

Таблица П15.4

Динамика выбросов загрязняющих веществ

п/п	CAS	Код	Название вещества	Выброс, т/г		Рост/снижение (↑↓)
				существующее положение	перспектива	

Таблица П15.5

Характеристика выбросов по классам опасности

№п/п	CAS	Код	Количество выбрасываемых веществ	Класс опасности	Выброс (т/год)	%
------	-----	-----	----------------------------------	-----------------	----------------	---

Таблица П15.6

Сведения о показателях опасности развития канцерогенных эффектов

№п/п	CAS	Код	Название вещества	Пероральное поступление			Ингаляционное воздействие			
				МАИР	МАИР	SFo	МАИР	EPA	SFi	URi

Таблица П15.7

Сведения о показателях опасности развития неканцерогенных эффектов

№п/п	CAS	Код	Название вещества	RfD, мг/кг	Критический эффект	Источник данных	RfC, мг/м³	Критический эффект	Источник данных	ЭКР
------	-----	-----	-------------------	------------	--------------------	-----------------	------------	--------------------	-----------------	-----

Таблица П15.8

Ранжирование выбросов по степени опасности канцерогенных эффектов

№п/п	CAS	Код	Название вещества	МАИР	Выброс, т/год	HRIc	Ранг
------	-----	-----	-------------------	------	---------------	------	------

Таблица П15.9

Ранжирование выбросов по степени опасности неканцерогенных эффектов (поRfCi)

№п/п	CAS	Код	Название вещества	Выброс,т/год	HRI _{RfCi}	Ранг по HRI _{RfCi}
------	-----	-----	-------------------	--------------	---------------------	-----------------------------

Таблица П15.10

Ранжирование коэффициентов канцерогенной и неканцерогенной опасности для выделения приоритетных загрязнений окружающей среды

№ п/п	CAS	Код	Наименование вещества	ПДВ, т/год	RfC	Канцерогенная опасность (МАИР/ЕРА)	SF	HRI	HRIc	РАНГ _{HRI}	РАНГ _{HRIc}
-------	-----	-----	-----------------------	------------	-----	------------------------------------	----	-----	------	---------------------	----------------------

Таблица П15.11

Сведения о физико-химических свойствах потенциально приоритетных веществ

№п/п	CAS	Код	Наименование вещества	S, мг/л	VPR, мм.рт. ст.	Н, атм x м ³ /моль	Ко с	Период полусуществования, сутки			
								воздух	почва	грунтовая вода	речная вода
Примечание: S – растворимость в воде; VPR – давление паров; Н – константа закона Генри; Кос – коэффициент распределения органический углерод почвы/вода. При оценке риска поступления химических веществ в организм человека с местными пищевыми продуктами, в таблицу дополнительно вносятся такие показатели, как фактор биоконцентрации (BCF), коэффициенты распределения октанол/вода, октанол/воздух.											

Таблица П15.12

Химические вещества, проанализированные на этапе идентификации опасности

№п/п	CAS	Код	Наименование вещества	Причина включения в список*	Причина исключения из списка**	Включено(+)/Исключено(-) в оценкуриска
Примечание: В – имеются данные для моделирования рассеивания выброса от труб основного производства; М – вещество мониторируется в атмосферном воздухе; доп – необходимы дополнительные исследования; мод – необходимо моделирование; * – например, частое обнаружение, доступна токсикологическая информация о веществе, обнаружены уровни выше гигиенических нормативов; ** – например, редкое обнаружение, фоновые уровни, отсутствие токсикологической информации, эссенциальный нутриент).						

Таблица П15.13

Перечень химических веществ, включенных в дальнейшее исследование

№	CAS	Код	Наименование вещества	Обоснование	Ранг	
					Канцерогены	Неканцерогены
Примечание: К – канцерогены; П – высокий приоритет (ранг по HRI и HRIc); В – большая доля в суммарном выбросе, цифра – ранг по доле выброса; Рв – рост выбросов; Ф – есть фоновые концентрации; С – короткий список приоритетных веществ для Российской Федерации.						

13.2. Примеры оформления таблиц к разделу «Оценка зависимости «концентрация(доза) – ответ» приведены в таблицах П15.14 – П15.19 настоящего приложения.

Таблица П15.14

Имеющиеся химико-аналитические данные о веществах загрязняющих окружающую среду на анализируемой территории

Территория:
Место отбора пробы:
Период усреднения концентраций

Среда	Наименование вещества	CAS	Код	Концентрации (единицы измерения)					Частота обнаружения	Предел обнаружения*	Оценка фона**	Отбор веществ*** для анализа
				n	Мин	Макс	Средняя	95%-верхняя доверительная граница				
Примечания: n – общее число измерений; частота обнаружения представляется в виде дроби: обнаружено/не обнаружено (например, 3/6); * – предел обнаружения – минимальная концентрация вещества, обнаруживаемая при используемом методе количественного определения в среде. ** – оценку фона получают из статистического анализа (указать ссылку на источник информации); *** – отбор веществ для анализа – обоснование включения или исключения рассматриваемого вещества из дальнейшего анализа. Условиями исключения веществ на основе сведений, представленных в таблице, являются: редкое обнаружение, фоновые уровни, эссенциальный нутриент.												

Таблица П15.15

Критерии оценки токсических эффектов химических веществ при ингаляционном воздействии

№	CAS	Код	Наименование вещества	Экспозиция	RfCi, мг/м ³	Величина токсичности, ед. измерения	ПДК сс, (МНК)	RfD при ингаляции (2)	Органы-мишени	Коэффициенты	Источник	Даты (3)
						(1)	мг/м ³					
Примечание: Экспозиция – хроническая, подострая, острая экспозиция; RfCi – референтная концентрация при ингаляционном воздействии; МНК – максимальная недействующая концентрация при ингаляционном воздействии; 1 – для особых химических веществ; 2 – приведите примененное уравнение; Коэффициенты – комбинированные коэффициенты неопределенности или модификации; Источник – источник информации о RfD, RfC и органе-мишени; Даты – Даты просмотра документов по RfD и органу-мишени; 3 – для данных из IRIS укажите дату просмотра, для данных из HEAST укажите дату HEAST, для данных из NCEA, укажите дату статьи, приведенной в NCEA.												

Таблица П15.16

Критерии оценки токсических эффектов химических веществ при пероральном и кожном поступлении

№	CAS	Код	Наименование вещества	Экспозиция	RfDo, мг/кг	GIABS	RfDd, мг/кг (1)	Органы-мишени	Коэффициенты	Источник	Даты (2)
Примечание: Экспозиция – хроническая, подострая, острая экспозиция; RfDo – референтная доза при пероральном поступлении; GIABS- коэффициент всасывания в желудочно-кишечном тракте; RfDd – пересчитанная референтная доза при кожном поступлении; 1 – приведите пример уравнения; Источник – источник информации о RfD и органе-мишени; Даты – даты просмотра документов по RfD и органу- мишени; 2 – для данных из IRIS укажите дату просмотра, для данных из HEAST укажите дату HEAST, для данных из NCEA, укажите дату статьи, приведенной в NCEA.											

Таблица П15.17

Параметры, используемые для расчета дополнительного числа случаев неблагоприятного воздействия на организм

№	CAS	Код	Наименование вещества	Исход воздействия*	Время экспозиции	Источник данных	Примечание
Примечание: * – обязательное указание конкретных возрастных групп, или других специфических групп населения (например, астматики, беременные).							

Таблица П15.18

Критерии оценки канцерогенных эффектов химических веществ при ингаляционном воздействии

№	CAS	Код	Наименование вещества	UR, мкг/м³	Коэффициент	Sfi (мг/кг-день) ⁻¹	МАИР, U.S.EPA	Источник	Дата (1)
Примечание: UR – единичный канцерогенный риск; Коэффициент – коэффициент пересчета единичного риска в фактор канцерогенного потенциала; Sfi – фактор канцерогенного потенциала при ингаляции; Источник – источник информации о канцерогенности; Дата – дата выпуска документа; 1 – для данных из IRIS укажите дату просмотра, для данных из HEAST укажите дату HEAST, для данных из NCEA, укажите дату статьи, приведенной в NCEA.									

Таблица П15.19

Критерии оценки канцерогенных эффектов химических веществ при пероральном и кожном поступлении

№	CAS	Код	Наименование вещества	Sfo (мг/кг-день) ⁻¹	GIABS(1)	Sfd (мг/кг-день) ⁻¹	МАИР, U.S.EPA	Источник	Дата (2)
Примечание: Sfo – фактор канцерогенного потенциала при пероральном поступлении; GIABS – коэффициент всасывания в желудочно-кишечном тракте; Sfd – пересчитанный фактор канцерогенного потенциала при кожном поступлении; 1 – приведите примененное уравнение; 2 – для данных из IRIS укажите дату просмотра, для данных из HEAST укажите дату HEAST, для данных из NCEA, укажите дату статьи, приведенной в NCEA.									

13.3. Примеры оформления таблиц к разделу «Оценка экспозиции» приведены в таблицах П15.20 – П15.32 настоящего приложения.

Таблица П15.20

Первоначальный выбор путей экспозиции

Сценарий экспозиции	Первично загрязняемая среда	Воздействующая среда	Конкретный источник загрязнения	Рецепторная точка	Население под воздействием (популяционная группа, возраст группы)	Путь /пути экспозиции	Тип анализа риска	Обоснование включения или исключения рассматриваемого пути экспозиции
---------------------	-----------------------------	----------------------	---------------------------------	-------------------	---	-----------------------	-------------------	---

Таблица П15.21

Предварительный сценарий многосредового воздействия для каждого из изучаемых веществ

Среда	Путь поступления		
	ингаляционный	пероральный	накожный
Атмосферный воздух	-	-	-
Водопроводная вода	-	-	-
Почва	-	-	-
Вода открытого водоема (плавание)	-	-	-
Пищевые продукты	-	-	-
Примечание: выбранный путь поступления вещества из данной среды, включенный в расчет доз ирисков обозначить «+», исключенный путь поступления обозначить «-».			

Таблица П15.22

Адресная привязка постов наблюдения за загрязнением окружающей среды

Среда	Территория	Адрес поста	Шифр поста	Ведомственная принадлежность
-------	------------	-------------	------------	------------------------------

Таблица П15.23

Численность населения за анализируемый период на сравниваемых территориях (чел.)

Численность населения	Анализируемый период	Территория 1	Территория 2	Территория n
Общая	-	-	-	-
По возрастным группам:	-	-	-	-
По полу:	-	-	-	-

Таблица П15.24

Фоновые показатели нарушения состояния здоровья, используемые для расчета числа дополнительных случаев от воздействия факторов окружающей среды

Исход воздействия	Код по МКБ10	Показатель нарушения состояния здоровья		
-	-	Исследуемая территория	Региональные	Российская Федерация
Примечание: показатели нарушения состояния здоровья приводятся в относительных величинах с обязательным указанием, на какую численность населения они рассчитаны (например, на 10 тыс., на 100 тыс.). Показатель смертности дается без учета внешних причин (травма, отравления, несчастные случаи);				

Таблица П15.25

Учет сред и путей поступления при проведении многосредовой оценки риска для выбранных веществ

CAS	Наименование вещества	Воздействующая среда			
		Воздух	Питьевая вода	Почва	Пищевые продукты

Таблица 15.26

Значения факторов экспозиции, использованные для расчета суточной дозы

Факторы экспозиции	Значения на исследуемой территории	Региональные значения	Федеральные значения	Стандартные значения
Суточное потребление питьевой воды, л/день	-	-	-	-
Суточное потребление основных видов пищевых продуктов, кг/день, в том числе:	-	-	-	-
- мясо;	-	-	-	-
- рыба;	-	-	-	-
- фрукты;	-	-	-	-
- овощи;	-	-	-	-
- хлеб.	-	-	-	-
Другие факторы экспозиции	-	-	-	-

Таблица П15.27

Методы аналитического контроля веществ в средах за анализируемый период (мониторинг, специальные и дополнительные исследования, в том числе в биосредах и биоматериале)

№	CAS	Код	Наименование вещества	Среда*	Период воздействия**	Источник данных***	Метод контроля	Ссылка	Предел обнаружения	Единицы измерения
Примечание: * – атмосферный воздух, питьевая вода, вода открытых водоемов, пищевые продукты, почва; ** – при хроническом, подостром и остром воздействии; *** – мониторинг, специальные, дополнительные исследования, в том числе в биосредах (например, кровь, моча, грудное молоко), и биоматериале (например, волосы).										

Таблица П15.28

Средние концентрации веществ в объектах окружающей среды за анализируемый период по данным мониторинга, специальных и дополнительных исследований, в том числе в биосредах и биоматериале

№	CAS	Код	Наименование вещества	Среда*	Период воздействия**	Источник данных* **	n	C	min	max	CI	90 Persentil	SD
Примечание: * – атмосферный воздух, питьевая вода, вода открытых водоемов, пищевые продукты, почва; ** – при хроническом, подостром и остром воздействии; *** – мониторинг, специальные, дополнительные исследования, в том числе в биосредах (например, кровь, моча, грудное молоко), и биоматериале (например, волосы); C – средняя концентрация вещества за период воздействия; n – число наблюдений за период воздействия; min – минимальная концентрация вещества; max – максимальная концентрация вещества; CI – доверительный интервал; 90 Persentil – 90-ый процентиль; SD – стандартное отклонение.													

Таблица П15.29

Сравнение значений метеорологических параметров за анализируемый период времени с их многолетними значениями

Период наблюдения	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Анализируемый период	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Многолетнее значение	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание: 1 – средняя максимальная температура наружного воздуха наиболее жаркого месяца года, Т°С; 2 – средняя температура наиболее холодного месяца, Т°С; 3 – среднегодовая роза ветров, %; 4 – С, 5 – СВ, 6 – В, 7 – ЮВ, 8 – Ю, 9 – ЮЗ, 10 – З, 11 – СЗ, 12 - Среднегодовая скорость ветра, м/сек; 13 - Скорость ветра, повторяемость превышения которой по многолетним данным составляет 5%, м/сек.; Значения метеорологических параметров получают с ближайшей метеорологической станции.

Таблица П15.30

Данные об источниках выбросов для моделирования приземных концентраций

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Примечание:
1 – идентификатор (номер) источника (8 алфавитно-цифровых символов рус/лат);
2 – тип источника (1- точечный; 2 - линейный; 3 - площадной);
3 – координата Х точечного источника, начала линейного или середины L1 стороны площадного (м);
4 – координата Y точечного источника, начала линейного или середины L1 стороны площадного (м);
5 – координата X конца линейного или середина стороны L2 площадного (м);
6 – координата Y конца линейного или середина стороны L2 в случае площадного источника (м);
7 – ширина площадного источника (м);
8 – высота трубы (м);
9 – эффективный диаметр трубы или ширина устья (м).
10 – код загрязняющего вещества (ЗВ);
11 – мощность выброса ЗВ (г/сек);
12 – объем выброса ЗВ (м³/сек);
13 – температура выброса ЗВ (°С);
Исходные данные по источникам выбросов должны быть получены из проектов СЗЗ, томов НДВ.

Таблица П15.31

Выбор рецепторных точек для моделирования

Рецепторная точка (РТ)	Координата X, м	Координата Y, м
-	-	-

Таблица П15.32

Расчетные концентрации приоритетных химических веществ в рецепторных точках, мг/м³ (по данным моделирования)

№	CAS	Код	Наименование вещества	PT1	PT2	PT3		PTn
Примечание: PT1, PT2, PT3...PTn – номера рецепторных точек.								

13.4. Примеры оформления таблиц к разделу «Характеристика риска» приведены в табл. П15.33 – П15.42 настоящего приложения.

Таблица П15.33

Расчет канцерогенных рисков

Наименование территории: _____

Время осуществления сценария: _____

Первоначально загрязненная среда: _____

Среда экспозиции: _____

Конкретный источник загрязнения: _____

Популяционная группа под воздействием: _____

Возрастной класс группы: _____

Путь воздействия	CAS	Код	Наименование вещества	Значение средней концентрации в точке воздействия, ед. измерения	Значение путевой концентрации в точке экспозиции, единица измерения	Вид концентрации в точке экспозиции, выбранной для расчета риска (1)	Величина канцерогенного воздействия нормализованного с учетом массы тела, единица измерения	SF, единица измерения	Канцерогенный риск
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
ингаляционный	-	-	-	-	-	-	-	-	-
пероральный	-	-	-	-	-	-	-	-	-
накожный	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Суммарный канцерогенный риск по всем путям воздействия:									-

Таблица П15.34

Расчет неканцерогенных рисков

Наименование территории: _____

Время осуществления сценария: _____

Первоначально загрязненная среда: _____

Среда экспозиции: _____

Конкретный источник загрязнения: _____

Популяционная группа под воздействием: _____

Возрастной класс группы: _____

203

Путь воздействия	CAS	Код	Наименование вещества	Значение средней концентрации в точке воздействия, ед. измерения	Значение путевой концентрации в точке экспозиции, единица измерения	Вид концентрации в точке экспозиции, выбранной для расчета риска	Величина неканцерогенного воздействия нормализованного с учетом массы тела, единица измерения	RfD, единица измерения	RF, единица измерения	HQ
ингаляционный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
пероральный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
накожный	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Суммарный индекс опасности по всем путям воздействия (ТНІ):										-

Таблица П15.35
Результаты расчета индекса опасности при комплексном многосредовом воздействии

Среда	Путь воздействия	Ингаляционный	Пероральный	Накожный	Сумма
-	-	-	-	-	-
-	Итого	-	-	-	-

Таблица П15.36
Сводные данные для анализа многомаршрутной, многосредовой экспозиции

Путь поступления	Объекты окружающей среды					
	Воздух	Почва	Питьевая вода	Открытый водоем	Продукты	Сумма
Ингаляционный	-	-	-	-	-	-
Пероральный	-	-	-	-	-	-
Накожный	-	-	-	-	-	-
Сумма	-	-	-	-	-	-

Таблица П15.37
Результаты оценки неканцерогенного риска

№	CAS	Код	Наименование вещества	Доза, мг/кг	RfD, мг/кг	HQ	Орган
-				-	-	-	-
Риск для органов-мишеней				-	-	-	-
				-	-	-	-

Таблица П15.38
Дополнительный прирост случаев нарушения состояния здоровья от воздействия химических веществ

Территория	Эффект	Концентрация, мг/м³	Численность населения	Дополнительное число случаев
-	-	-	-	-

Таблица П15.39

Результаты расчета индекса опасности при комплексном многосредовом воздействии

Среда путь воздействия	Ингаляционно	Перорально	Накожно	Сумма
Атмосферный воздух	-	-	-	-
Питьевая вода	-	-	-	-
Почва	-	-	-	-
Сумма	-	-	-	-

Таблица П15.40

Результаты расчета индекса опасности при комбинированном поступлении

№	CAS	Код	Наименование вещества	Критический орган (система)	HQ
-				-	-
HI					-

Таблица П15.41

Сводные данные для анализа канцерогенного риска при многомаршрутной, многосредовой экспозиции j-го химического вещества

Путь поступления	Объекты окружающей среды					
	Воздух	Почва	Питьевая вода	Открытый водоем	Продукты	Сумма
Пероральный	-	-	-	-	-	-
Ингаляционный	-	-	-	-	-	-
Накожный	-	-	-	-	-	-
Сумма	-	-	-	-	-	-

Таблица П15.42

Сводные данные для анализа канцерогенных рисков при одновременном воздействии нескольких химических веществ

Путь поступления	Вещество 1	Вещество 2	Вещество n	Сумма
Атмосферный воздух				
Ингаляционный	-	-	-	-
Питьевая вода				
Пероральный	-	-	-	-
Ингаляционный	-	-	-	-
Накожный	-	-	-	-
Сумма	-	-	-	-
Почва				
Пероральный	-	-	-	-
Ингаляционный	-	-	-	-
Накожный	-	-	-	-
Сумма	-	-	-	-

205

Открытый водоем				
Пероральный	-	-	-	-
Ингаляционный	-	-	-	-
Накожный	-	-	-	-
Сумма	-	-	-	-
Продукты питания				
Пероральный	-	-	-	-

Приложение 16
к Р 2.1.10. 3968 -23

Соотношение классификаций доказанности канцерогенных свойств

Классификация МАИР ²⁷	Классификация U.S.EPA		Классификация CLP ²⁸
	1986 ²⁹	2005 ³⁰	
Группа 1: канцероген для человека «Carcinogenic to humans»	Группа A: канцероген для человека «Human Carcinogen»	Канцероген для человека «Carcinogenic to Humans»	Класс опасности 1A: вещество известно, как имеющее потенциал канцерогенного воздействия на людей; отнесение к этому классу в основном основано на данных о воздействии на человека
Группа 2A: вероятный канцероген для человека «Probably carcinogenic to humans»	Группа B: вероятный канцероген для человека «Probable Human Carcinogen»	Вероятный к анцероген для человека «Likely to Be Carcinogenic to Humans»	Класс опасности 1B: вещество имеет потенциал канцерогенного воздействия на человека; отнесение к этому классу в значительной степени основано на данных о воздействии на животных
	Подгруппа B1: вероятный канцероген для человека – основанный на ограниченных доказательствах на людях и достаточных доказательствах канцерогенности у животных Подгруппа B2: вероятный канцероген для человека – основанный на достаточных доказательствах канцерогенности у животных		
Группа 2B: возможный канцероген для человека «Possibly carcinogenic to humans»	Группа C: возможно, канцероген для человека «Possible Human Carcinogen»	Убедительные доказательства для оценки канцерогенного потенциала «Suggestive Evidence of Carcinogenic Potential»	Класс опасности 2: предполагаемый канцероген для человека; отнесение вещества производится на основе данных, полученных в результате исследований воздействия на человека и (или) животных, однако эти данные не являются достаточны убедительными для отнесения вещества к классу опасности 1.

²⁷ monographs.iarc.who.int/agents-classified-by-the-iarc (в свободном доступе).
²⁸ www.un-ilibrary.org/content/books/9789210052184#chapters (в свободном доступе).
²⁹ cfpub.epa.gov/ncea/risk/recordisplay.cfm?deid=54933 (в свободном доступе).
³⁰ www.epa.gov/sites/default/files/2013-09/documents/cancer_guidelines_final_3-25-05.pdf (в свободном доступе).

Классификация МАИР ²⁷	Классификация U.S.EPA		Классификация CLP ²⁸
	1986 ²⁹	2005 ³⁰	
Группа 3: не классифицируется как канцероген для человека «Not classifiable as to its carcinogenicity to humans»	Группа D: не классифицируется как канцероген для человека «Not Classifiable as to Human Carcinogenicity»	Недостаточно информации для оценки канцерогенного потенциала «Inadequate information to Assess Carcinogenic Potential»	-
Группа 4: наличие доказательств неканцерогенности для человека	Группа E: нет доказательств канцерогенного эффекта у людей «Evidence of Non-Carcinogenicity for Humans»	Вероятно, не канцероген для человека «Not Likely to Be Carcinogenic to Humans»	-

Нормативные и методические документы

Для целей Руководства в сносках используются следующие документы:

1. Федеральный закон от 30.03.1999 № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения».
2. Федеральный закон от 28.12.2013 № 412-ФЗ «Об аккредитации в национальной системе аккредитации».
3. Федеральный закон от 26.06.2008 № 102-ФЗ «Об обеспечении единства измерений».
4. Постановление Правительства Российской Федерации от 02.02.2006 № 60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга».
5. СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».
6. МР 2.1.10.0082-13 «Методы оценки медико-демографической ситуации на популяционном уровне».
7. Методические рекомендации по вопросам изучения фактического питания и состояния здоровья населения в связи с характером питания, утвержденные заместителем Главного государственного санитарного врача СССР 08.02.1984 № 2967-84.
8. Методические рекомендации по оценке количества потребляемой пищи методом 24-часового (суточного) воспроизведения питания, утвержденные заместителем Главного государственного санитарного врача Российской Федерации 26.02.1996 № С1-19/14-17.
9. Временные рекомендации «Фоновые концентрации вредных (загрязняющих) веществ для городских и сельских поселений, где отсутствуют регулярные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха на период 2019-2023 гг.».
10. ГОСТ Р 58577 «Правила установления нормативов допустимых выбросов загрязняющих веществ проектируемыми и действующими хозяйствующими субъектами и методы определения этих нормативов».

Библиографические ссылки

1. Мониторинг качества атмосферного воздуха для оценки воздействия на здоровье человека Региональные публикации ВОЗ, Европейская серия, № 85, 2000, с.316.
2. Энциклопедия статистических терминов в 8 томах. Демографическая и социальная статистика. Том 5. Федеральная служба государственной статистики. Москва. 2011. 482 стр.
3. Calabrese E.J. Ecogenetics: historical foundation and current status (genetic factors) // J. Oocup. Med. 1986. № 28. P. 1096-1102.
4. International Programme on Chemical Safety. Biomarkers and Risk Assessment: Concepts and Principles (Environmental health criteria; 222). WHO, 1993. Available at: <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc155.htm>
5. Biomarkers in Risk Assessment: Validity and Validation (Environmental health criteria; 222): WHO International Programme on Chemical Safety, 2001. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc222.htm>
6. Биомониторинг человека: факты и цифры. Копенгаген: Европейское региональное бюро ВОЗ, 2015. 88 с.; Biomarkers in Risk Assessment: Validity and Validation (Environmental health criteria; 222): WHO International Programme on Chemical Safety, 2001. <http://www.inchem.org/documents/ehc/ehc/ehc222.htm>
7. Wang S.T., Pizzoloto S., Demshar H.P. Aliminium levels in normal Human serum and urine as determined by Zeeman atomic absorption spectrometry // J. Anal. Toxicol. № 15. 1991. P. 66-70.
8. Hays S.M., Pyatt D.W., Kirman CR, Aylward LL (2012). Biomonitoring Equivalents for benzene. Regulatory Toxicology and Pharmacology, 62(1):62–73.
9. Laboratory Test Handbook / D.S. Jakobs, B.L.Kasten, W.R. DeMott, W.L. Wolfson, et al. / The Yale journal of biology and medicine 1988. Vol. 62. № 5. P. 550-550.
10. Update of the reference and HBM values derived by the German Human Biomonitoring Commission // International Journal of Hygiene and Environmental Health / C. Schulz, M. Wilhelm, U. Heudorf, M. Kolossa-Gehring. 2012. Vol. 215, N 2. C. 150–158.
11. Serfontein W.J., Mekel R., Bank S., Barbezat G, Novis B. Bismuth toxicity in man - I. Bismuth blood and urine levels in patients after administration of a bismuth protein complex (Bicitropeptide). Res Commun Chem Pathol Pharmacol. 1979; 26(2):383-9.
12. Update of the reference and HBM values derived by the German Human Biomonitoring Commission / C. Schulz, M. Wilhelm, U. Heudorf, M. Kolossa-Gehring // Int. J. Hyg. Health. 2011. Vol. 215. № 1. P.26–35.

13. Iyengar V, Woittiez J. Trace elements in human clinical specimens: evaluation of literature data to identify reference values. Clin Chem. 1988 Mar;34(3):474-81.
14. Скальный А.В., Быков А.Т., Серебрянский Е.П., Скальная М.Г. Медико-экологическая оценка риска гипермикроэлементозов у населения мегаполиса. Оренбург: РИК ГОУ ОГУ, 2003. 134 с.
15. Клиническое руководство по лабораторным тестам / Под ред. проф. Норберта У. Тица. М.: ЮНИМЕД-пресс, 2003. 960 с.
16. Milne D.B., Sims R.L., Ralston N.V. Manganese content of the cellular components of blood. Clinical Chemistry. 1990. no. 36(3). P. 450–452. doi: 10.1093/clinchem/36.3.450.
17. The German Human Biomonitoring Commission / C. Schulz, J. Angerer, U. Ewers, M. Kolossa-Gehring // International Journal of Hygiene and Environmental Health. 2007a. Vol. 210. № 3–4. P. 373–382.
18. Химико-аналитическое обеспечение социально-гигиенического мониторинга алифатических хлорированных углеводов, фенола и алкилфенолов / Зайцева Н.В., Беляев Е.Н., Уланова Т.С., Нурисламова Т.В.; [Упр. здравоохранения Администрации Перм. обл., Науч.-исслед. клинич. ин-т дет. экопатологии]. М.: Федер. центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2002. 208 с.
19. Baselt R.C., Cravey R.H. Disposition of toxic drugs and chemicals in man, 3rd ed. Chicago: Year Book Medical Publishers. 1989. 875 p.

Справочная информация

Для целей Руководства используются следующие термины, определения и сокращения:

Агрегированный риск – вероятность развития вредного для здоровья эффекта в результате поступления одного химического вещества в организм человека всеми возможными путями (комплексное поступление).

Аддитивность – разновидность взаимодействия факторов, при котором результирующий эффект представляет собой сумму эффектов каждого из компонентов или эффект, обусловленный воздействием суммы их изозффективных уровней (синоним: суммация).

Аддитивность ответа – тип совместного действия, при котором токсические ответы (частота, число случаев, риск или вероятность эффекта) для комбинации факторов равны сумме ответов на изолированное воздействие каждого из компонентов.

Анализ риска – процесс получения информации, необходимой для предупреждения негативных последствий для здоровья населения, состоящий из трех компонентов: оценка риска, управление риском, информирование о риске.

Анализ «затраты-выгоды» – оценка полных затрат на единицу получаемых выгод (эффекта) для общества и экосистем, связанных с определенной экономической деятельностью и включающих как прямые, так и нематериальные затраты и выгоды.

Атрибутивный риск – разница между риском проявления определенного вредного эффекта, вызванного токсическим веществом, и риском при его отсутствии; либо показатель заболеваемости в экспонированной популяции, который может быть связан с воздействием; обычно определяется путем вычитания частоты случаев заболеваний для неэкспонированных лиц из соответствующего показателя для экспонированных индивидуумов.

Безопасность – состояние защищенности населения и среды обитания от воздействия вредных химических факторов, при котором обеспечивается либо отсутствие риска либо его допустимый (приемлемый) уровень.

Безопасность для здоровья – состояние, при котором отсутствует недопустимый (неприемлемый) риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью человека.

Биологический маркер воздействия (экспозиции) – экзогенное химическое вещество или его метаболит, либо продукт взаимодействия между веществом и какой-либо молекулой-мишенью или клеткой-мишенью, количественно определяемый в том или ином биологическом субстрате организма и доказано связанный с воздействием при различных путях поступления (ингаляционном, пероральном, через неповрежденную кожу и слизистые оболочки).

Биологический маркер эффекта – показатель, количественное изменение которого характеризует биохимическое, физиологическое поведенческое или другое изменение в организме (нарушение функций критических органов и систем), которое можно считать связанным с заведомо известным или возможным

нарушением здоровья или заболевания, доказано связанные с воздействием экспозиции и (или) маркерами экспозиции.

Биологический маркер восприимчивости (чувствительности) – показатель врожденной или приобретенной организмом человека способности к повышенной реакции на воздействие конкретного химического вещества или группы подобных соединений.

Восприятие риска – это субъективное суждение людей о характере и степени риска, которое складывается из двух компонентов: опасности и реакции возмущения.

Вред здоровью человека – нарушение анатомической целостности и физиологической функции органов и тканей человека в результате воздействия физических, химических, биологических и психических факторов внешней среды.

Вредное воздействие на человека – воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу для жизни и здоровья будущих поколений.

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

Доза – основная мера экспозиции, характеризующая количество химического вещества, воздействующее на организм.

Допустимая суточная доза (ДСД, англ. Acceptable daily intake, ADI) – количество вещества, поступление которого со всеми компонентами среды обитания ежедневно в течение всей жизни не оказывает неблагоприятного воздействия на здоровье человека и его потомство.

Единичный риск (англ. Unit risk, UR) – верхняя доверительная граница дополнительного пожизненного риска, обусловленного воздействием химического вещества в концентрации 1 мкг/м³ (ингаляция загрязненного воздуха) или 1 мкг/л (поступление с питьевой водой). Представляет собой риск на одну единицу концентрации.

Зависимость «экспозиция – ответ» – количественно определенная зависимость распространенности изучаемого вредного эффекта в экспонируемой популяции от воздействующей дозы (концентрации).

Здоровье – состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов.

Индекс опасности (англ. Hazard index, HI) – сумма коэффициентов опасности для нескольких веществ с однородным механизмом действия или сумма коэффициентов опасности для разных путей поступления одного химического вещества.

Индивидуальный риск – оценка вероятности развития неблагоприятного эффекта у экспонируемого индивидуума с учетом тяжести этого эффекта, например, риск развития рака у 1 одного индивидуума из 1000 лиц, подвергавшихся воздействию (риск 1 на 1000 или 1×10^{-3}). Оценивается число случаев нарушений состояния здоровья, т.к. большинство заболеваний, связанных

с воздействием среды обитания, встречаются в популяции и при отсутствии анализируемого воздействия (например, рак).

Интегральный риск – риск, связанный с воздействием всех исследованных факторов, поступающих всеми анализируемыми путями.

Информирование о риске («риск-коммуникация», распространение информации о риске) – элемент анализа риска, предусматривающий обмен информацией о рисках между специалистами по оценке риска и заинтересованными сторонами (население, потенциально находящееся под воздействием, представители органов государственной власти и местного самоуправления, представители экспертного сообщества, средства массовой информации, представители общественных организаций, представители хозяйствующих субъектов).

Канцерогенный потенциал (фактор наклона (англ. Slope factor, SF), фактор канцерогенного потенциала (англ. Carcinogenic potency factor, CPF)) – мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Определяется как верхняя 95% доверительная граница наклона зависимости «доза-ответ» в нижней, линейной части кривой. Единица измерения: $1/(\text{мг/кг} \times \text{день})$ или $(\text{мг/кг} \times \text{день})^{-1}$.

Канцерогенный риск – вероятность развития злокачественных новообразований на протяжении всей жизни человека, обусловленная воздействием потенциального канцерогена. Представляет собой верхнюю доверительную границу дополнительного пожизненного риска.

Канцерогенный эффект – возникновение новообразований при воздействии факторов среды обитания.

Контаминация – содержание в пищевых продуктах биологических агентов и химических веществ, влияющих на их безопасность.

Коэффициент опасности (англ. Hazard quotient, HQ) – отношение воздействующей дозы (или концентрации) химического вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия.

Кумулятивный риск – вероятность развития вредного эффекта в результате одновременного поступления в организм различными путями нескольких химических веществ, обладающих сходным механизмом действия.

Маршрут воздействия – путь химического вещества от источника его образования и поступления в среду обитания до экспонируемого организма. Включает в себя источник загрязнения среды обитания, первично загрязняемые среды, транспортирующие среды, непосредственно воздействующие на человека среды и все возможные пути поступления химического вещества в организм.

Мониторинг за качеством и безопасностью пищевых продуктов – система наблюдения, анализа, оценки качества и безопасности пищевых продуктов, производимых, импортируемых и реализуемых на территории Российской Федерации с последующей оценкой влияния пищевых продуктов на состояние здоровья населения.

Мониторинг экспозиций и рисков – один из компонентов управления риском – процесс, заключающийся в принятии решений и действиях по динамическому или периодическому контролю уровней экспозиций и рисков.

Неопределенность – ситуация, обусловленная несовершенством знаний о настоящем или будущем состоянии рассматриваемой системы. Характеризует частичное отсутствие или степень надежности сведений об определенных параметрах, процессах или моделях, используемых при оценке риска. Неопределенность в конечном итоге определяет надежность и достоверность оценок риска и может быть уменьшена путем дополнительных исследований или измерений.

Опасность – совокупность свойств фактора среды обитания человека (или конкретной ситуации), определяющих способность вызывать неблагоприятные для здоровья эффекты при определенных условиях воздействия. Риск рассматривается как характеристика опасности, зависящая от уровня экспозиции химического фактора и специфики фактического или потенциального его воздействия в конкретных условиях.

Остаточный риск – риск, оставшийся после осуществления мер по его снижению.

Относительный риск (англ. Risk ratio, RR) – отношение вероятности возникновения какого-либо заболевания у лиц, подвергавшихся воздействию изучаемого фактора, к вероятности заболевания у лиц, не подвергавшихся этому воздействию. Отношение рисков менее единицы, свидетельствует об отсутствии влияния исследуемого фактора на развитие ответа (неблагоприятного эффекта). Чем больше эта величина превышает единицу, тем более сильное влияние данный фактор оказывает на риск возникновения нарушений состояния здоровья.

Оценка риска здоровью человека – количественная и (или) качественная характеристика вредного воздействия на человека, способного развиться в результате воздействия факторов среды обитания на человека при определенных условиях.

Сравнительная оценка риска – процесс сравнительной характеристики выраженности и значимости различных по своей природе и происхождению неблагоприятных эффектов (влияние на здоровье, условия и качество жизни, качество окружающей среды, сельскохозяйственное производство и т.д.), осуществляемый с целью установления приоритетов среди широкого круга проблем, связанных с окружающей средой. Обычно проводится на основе экспертных заключений и (или) сравнительного экономического анализа ущербов.

Популяционный риск – агрегированная мера ожидаемой частоты вредных эффектов среди всех подвергшихся воздействию людей (например, 4 случая заболевания раком в год в экспонируемой популяции).

Приемлемый (допустимый) уровень риска – уровень риска здоровью человека, который обычно не требует принятия дополнительных мер по его снижению, и оцениваемый как независимый, незначительный по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности и жизни населения.

Реализация риска здоровью – причиненный вред здоровью в виде дополнительных случаев заболеваний и (или) смерти, а также физиологической функции органов и тканей человека, связанных с воздействием факторов риска.

Реперная доза/концентрация (англ. Benchmark dose, BMD; Benchmark concentration, BMC) – уровень воздействия, соответствующий статистической

нижней доверительной границе вероятности наступления неблагоприятного эффекта.

Референтная доза/концентрация (англ. Reference dose, RfD, Reference concentration, RfC) – суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое устанавливается с учетом всех имеющихся современных научных данных и, вероятно, не приводит к возникновению неприемлемого риска здоровью чувствительных групп населения.

Риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, среде обитания, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда.

Риск здоровью – вероятность нанесения вреда жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, в том числе с учетом тяжести этого вреда, обусловленная воздействием факторов среды обитания.

Недопустимый (неприемлемый) риск здоровью – ситуация, при которой существует значительная вероятность смерти, сокращения продолжительности жизни, инвалидизации, значительного нарушения качества жизни, врожденных уродств или неблагоприятных исходов беременности.

Социально-гигиенический мониторинг (СГМ) – государственная система наблюдений за состоянием здоровья населения и среды обитания, их анализа, оценки и прогноза, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания.

Среда обитания человека (среда обитания) – совокупность объектов, явлений и факторов окружающей (природной и искусственной) среды, определяющая условия жизнедеятельности человека.

Среднегодовая концентрация – концентрация химического вещества в атмосферном воздухе, определяемая как среднее арифметическое значение из среднесуточных концентраций или из разовых концентраций.

Среднесуточная пожизненная доза/концентрация (англ. Lifetime average daily dose, LADD; Lifetime average daily concentration, LADC) – потенциальная суточная доза/концентрация, усредненная за весь период жизни человека, которая используется для оценки канцерогенных и хронических неканцерогенных эффектов.

Среднесуточная доза/концентрация (англ. Average daily dose, ADD; Average daily concentration, ADC) – потенциальная суточная доза/концентрация, усредненная за период воздействия химического вещества.

Суточное поступление – количество химического вещества, которое индивидуум поглощает в течение суток.

Стандартные (принимаемые по умолчанию) величины – усредненные значения факторов экспозиции, применяемые при отсутствии точных величин для конкретных местных условий.

Сценарий воздействия – описание специфических условий экспозиции; совокупность фактов, предположений и заключений о воздействии оцениваемого вредного фактора. Сценарий экспозиции может включать несколько маршрутов и путей воздействия.

Точка воздействия – место потенциального контакта организма с химическим веществом.

Тяжесть – показатель, характеризующий степень изменения эффекта или нарушения функциональной способности органов или систем организма (от 0 до 1).

Управление риском (риск-менеджмент) – процесс принятия решений, включающий рассмотрение совокупности политических, социальных, экономических, медико-социальных и технических факторов совместно с соответствующей информацией по оценке риска с целью разработки оптимальных решений по устранению или снижению уровней риска, а также способам последующего контроля (мониторинга) экспозиций и рисков.

Условно переносимое месячное поступление, УПМП (англ. Provisional Tolerable Monthly Intake, PTMI) – параметр, который используется для контаминантов, обладающих кумулятивными свойствами, и представляет собой допустимое для человека месячное поступление контаминанта в результате его естественного содержания в пищевых продуктах и питьевой воде.

Условно переносимое недельное поступление, УПНП (англ. Provisional Tolerable Weekly Intake, PTWI) – параметр, который используется для контаминантов, обладающих кумулятивными свойствами, и представляет собой допустимое для человека недельное поступление контаминанта в результате его естественного содержания в пищевых продуктах и питьевой воде.

Условно переносимое суточное поступление, УПСП (англ. Provisional Tolerable Daily Intake, PTDI) – параметр, который используется для контаминантов, не обладающих кумулятивными свойствами, и представляет собой допустимое для человека суточное поступление контаминанта в результате его естественного содержания в пищевых продуктах и питьевой воде.

Фактор эквивалентной токсичности (англ. Toxicity equivalency factor, TEF) – пересчетный коэффициент, отражающий относительную токсичность химического вещества по сравнению с определенным эталонным веществом с TEF равным 1,0. Например, для диоксинов и дибензофуранов таким эталоном служит 2,3,7,8-тетрахлордибензо-п-диоксин, для полиараматических углеводородов – бензо(а)пирен.

Факторы риска – факторы, провоцирующие или увеличивающие риск развития определенных заболеваний (вредных эффектов).

Факторы среды обитания – биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные и иные), химические, физические (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, тепловые, ионизирующие, неионизирующие и иные излучения), социальные (питание, водоснабжение, условия быта, труда, отдыха) и иные факторы среды обитания, которые оказывают или могут оказывать воздействие на человека и (или) на состояние здоровья будущих поколений.

Фактор(ы) (дискрипторы) экспозиции – переменные, характеризующие особенности воздействия агента (например, концентрация, поступающая в организм объем воздействующей среды, масса тела).

Характеристика риска – завершающий этап оценки риска, на котором синтезируются данные, полученные на предшествующих этапах исследований, проводится расчет и ранжирование рисков, источников их образования,

воздействующих сред и путей поступления химических веществ в организм, а также анализ всех неопределенностей для обоснования выводов и рекомендаций, необходимых для управления риском.

Химическое вещество – химический элемент или химическое соединение, существующее в природе или полученное искусственно.

Целевой риск – величина риска, которая должна быть достигнута после проведения мероприятий по управлению риском (например, в результате очистки почвы, загрязненной токсичными отходами).

Целевая концентрация – величина концентрации, которая должна быть достигнута после проведения мероприятий по управлению риском (например, в результате очистки почвы, загрязненной токсичными отходами).

Экономический эффект – экономическая выгода от мероприятий в стоимостном выражении. Определяется величиной предотвращенного экономического ущерба (экономических последствий) в результате снижения вредного эффекта здоровью.

Экспозиция (уровень воздействия) – контакт организма (рецептора) с химическим, физическим или биологическим агентом.

Экономическая эффективность мероприятий, направленных на устранение или снижение риска здоровью – соотношение между затратами на осуществление санитарно-эпидемиологических, технологических и других мероприятий, медико-социальной и (или) экономической оценкой их эффекта

Эпидемиологическая функция «экспозиция-ответ» – статистическая модель, характеризующая зависимость между числом исходов воздействия и уровнями экспозиции; итоговая оценка эффекта рассчитывается как средняя взвешенная величина из всех доступных количественных значений для зависимостей «экспозиция-ответ» (относительные риски); для каждого анализируемого исхода экспозиции устанавливается относительный риск и его 95%-доверительные границы для прироста концентрации, например на 10 мкг/м³ (0,01 мг/м³)).

Эффект от проведения мероприятий, направленных на устранение или снижение риска здоровью – уровень предотвращенного риска (снижения вредного эффекта) здоровью населения, обусловленного негативным воздействием факторов среды обитания, получаемый в результате реализации мероприятий.

Эффективность проведения мероприятий, направленных на устранение или снижение риска здоровью – сопоставление уровня снижения вредного эффекта здоровью и (или) экономического ущерба, получаемых от реализации мероприятий, с затратами на их выполнение (например, методы «затраты-выгоды» «затраты-эффективность»).

ADD/ADC – среднесуточная доза/концентрация.

ADDch – средняя суточная доза, усредненная на хроническую экспозицию, мг/(кг×день).

ADDd – средняя суточная доза на день экспозиции.

ARfC – референтная концентрация острого ингаляционного воздействия.

ATSDR – Агентство по регистрации токсических соединений и заболеваний (англ. Agency for Toxic Substances and Disease Registry of the U.S. Department of Health and Human Services).

BCF – фактор биоконцентрирования или биоаккумуляции.

BMD/BMC – реперная доза и реперная концентрация (англ. Benchmark dose, benchmark concentration).

CLP – Регламент о классификации, маркировке и упаковке химических веществ и смесей (англ. Classification, labelling and packaging of chemicals).

ЕНС – гигиенические критерии состояния окружающей среды (англ. Environmental Health Criteria).

GIABS – коэффициент всасывания в желудочно-кишечном тракте.

H – константа закона Генри.

HQ – коэффициент опасности.

HRI – индекс сравнительной неканцерогенной опасности.

HRIC – индекс сравнительной канцерогенной опасности.

IARC – Международное агентство по изучению рака (МАИР) (англ. International Agency for Research on Cancer).

IPC – Международная программа по химической безопасности (англ. International Programme on Chemical Safety).

IRIS U.S. EPA – Федеральная интегрированная база данных с параметрами для оценки риска (англ. Integrated Risk Information System).

Koa – коэффициент распределения октанол/воздух.

Koc – коэффициент распределения органического углерода между почвой и водой.

Kow – коэффициент распределения вещества между октанолом и водой.

LADD/LARC – среднесуточная пожизненная доза/концентрация.

LOAEL – наименьший уровень воздействия, при котором наблюдается вредный эффект.

MRL – уровень минимального риска.

NOAEL – уровень воздействия, при котором не наблюдается вредный эффект.

ОЕННА CalEPA – Калифорнийское Управление по охране окружающей среды (англ. The Office of Environmental Health Hazard Assessment).

OR – отношение шансов.

PEF – факторы относительной активности (англ. Potency equivalency factor).

PM₁₀ – Мелкодисперсные взвешенные частицы PM₁₀.

PM_{2.5} – Мелкодисперсные взвешенные частицы PM_{2.5}.

PPRTV (U.S. EPA) – Перечень временных значений референтных уровней воздействия и факторов канцерогенного потенциала (англ. Provisional Peer-Reviewed Toxicity Values).

RfD / RfC – референтная доза/концентрация.

RfDd – поглощенная доза при накожном воздействии, мг/кг.

RfDo – референтная доза при хроническом пероральном поступлении, мг/кг.

RIVM – данные Нидерландского Национального института общественного здравоохранения и окружающей среды (англ. National Institute for Public Health and the Environment).

RR – относительный риск.

SF – фактор наклона, фактор канцерогенного потенциала.

SF_e – фактор канцерогенного потенциала у эталонного вещества.

- SF_i** – фактор канцерогенного потенциала при ингаляционном воздействии.
SF_o – фактор канцерогенного потенциала при пероральном воздействии
TPD – общая потенциальная доза.
TSP – группа общих взвешенных частиц.
TW – весовой коэффициент влияния на здоровье.
U.S. EPA – Агентство по охране окружающей среды США.
UR – единичный риск.
UR_i/UR_o – показатели единичного риска при ингаляционном/пероральном поступлении.
VPR – давление насыщенных паров.
W_c – весовой коэффициент канцерогенного эффекта.
ВОЗ – Всемирная организация здравоохранения.
ДСД (ADI) – допустимая суточная доза, (англ. Acceptable daily intake).
ИЗА – индекс загрязнения атмосферы.
КЭР – комплексное экологическое разрешение.
МКБ-10 – международная классификация болезней.
НДВ/НДС – нормативы допустимых выбросов/сбросов.
ОБДХ – обследование бюджетов домашних хозяйств.
ПАУ – полициклические ароматические углеводороды.
ПДКс.г. – предельно допустимая концентрация среднегодовая.
CAS – регистрационный номер Химической реферативной службы (англ. Chemical Abstracts Service) – уникальный идентификационный номер химического соединения и некоторых смесей.
СГМ – социально-гигиенический мониторинг.
TEF – факторы эквивалентной токсичности (англ. Toxicity equivalency factor).
УПМП (PTMI) – условно переносимое месячное поступление (англ. Provisional Tolerable Monthly Intake).
УПНП (PTWI) – условно переносимое недельное поступление (англ. Provisional Tolerable Weekly Intake).
УПСД (PTDI) – условно переносимое суточное поступление (англ. Provisional Tolerable Daily Intake).
ФКЭ – функции зависимости «концентрация – эффект».
ЭКР – эпидемиологические критерии риска.

Содержание

I. Область применения и общие положения	3
II. Основные элементы анализа риска здоровью	8
2.1. Общие положения анализа риска здоровью	8
2.2. Оценка риска здоровью	9
2.3. Управление риском	12
2.4. Информирование о риске	17
III. Идентификация опасности	21
3.1. Общие положения идентификации опасности	21
3.2. Сбор и анализ данных об источниках, составе и условиях загрязнения на исследуемой территории	22
3.3. Выбор показателей опасности потенциально вредных факторов	25
3.4. Анализ информации о показателях опасности химических канцерогенов ..	27
3.5. Анализ информации о показателях опасности развития	29
неканцерогенных эффектов	29
3.6. Выбор приоритетных для исследования химических веществ	30
3.7. Методы ранжирования химических соединений	32
IV. Оценка зависимости «экспозиция – ответ»	35
4.1. Общие положения оценки зависимости «экспозиция – ответ»	35
4.2. Параметры для оценки неканцерогенного риска. Применение показателей функции зависимости «концентрация – эффект»	37
4.3. Параметры для оценки неканцерогенного риска.	38
Применение референтных уровней воздействия	38
4.4. Параметры для оценки канцерогенного риска	38
V. Оценка экспозиции	40
5.1. Общие положения оценки экспозиции	40
5.2. Характеристика зоны воздействия и населения под воздействием	42
5.3. Характеристика населения под воздействием	43
5.4. Маршруты, точки, источники воздействия, пути поступления химического вещества	44
5.5. Количественная характеристика экспозиции (определение степени воздействия)	47
5.5.1. Общие положения количественной характеристики экспозиции	47
5.5.2. Оценка экспозиции на основе данных мониторинга качества объектов среды обитания	48
5.5.3. Оценка экспозиции на основе моделирования распределения химических веществ в среде обитания	52
5.5.4. Модели экспозиции	54

5.5.5. Характеристика концентраций в точке воздействия	57
5.6. Экспозиция и доза.....	59
5.7. Расчет суточных доз	60
5.8. Оценка суммарной экспозиции	65
VI. Характеристика риска здоровью населения	67
6.1. Общие положения характеристики риска здоровью населения	67
6.2. Оценка риска канцерогенных эффектов	68
6.3. Оценка риска неканцерогенных эффектов.....	70
6.4. Оценка риска при многосредовых, комбинированных и комплексных воздействиях.....	71
6.4.1. Оценка канцерогенного риска.....	71
6.4.2. Оценка неканцерогенного риска.....	74
6.5. Оценка неканцерогенного риска на основе эпидемиологических данных (показатели функции зависимости «концентрация – эффект»).....	77
6.6. Классификация уровней риска	80
6.7. Обобщение информации о риске	81
6.8. Сравнительная оценка рисков	82
VII. Оценка неопределенностей. Факторы, влияющие на надежность оценок риска	82
Приложение 1	87
Приложение 2	120
Приложение 3	122
Приложение 4	126
Приложение 5	128
Приложение 6	130
Приложение 7	136
Приложение 8	150
Приложение 9	159
Приложение 10	162
Приложение 11	164
Приложение 12	168
Приложение 13	176
Приложение 14	178
Приложение 15	186
Приложение 16	206