Федеральная служба
по надзору
в сфере защиты прав потребителей
и благополучия человека

Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду

Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals

Руководство Р 2.1.10.1920—04

Москва
2004

gost.e-ecolog.ru

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

Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду

Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals

Руководство
Р 2.1.10.1920—04

ББК 51.21
Р84
Р84 **Руководство** по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду.—М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.—143 с.

ISBN 5—7508—0552—2

1. Разработано: Ю. А. Рахманиным, С. М. Новиковым, Т. А. Шашиной, С. И. Ивановым (ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН); С. Л. Авалиани, К. А. Буштуевой (Российская медицинская академия последипломного образования Минздрава России); Е. Н. Беляевым, М. В. Фокиным, М. В. Калиновской (Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России); В. А. Тутельяном, С. А. Хотимченко (ГУ НИИ гигиены питания РАМН); при участии З. И. Жолдаковой, В. С. Журкова, Ю. А. Ревазовой, Н. С. Скворцовой, Н. В. Харчевниковой (ГУ НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды им. А. Н. Сысина РАМН); Б. А. Курляндского, Х. Х. Хаммидуллиной (Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ Минздрава России); В. И. Чибураева, Н. В. Зайцевой, П. З. Шур (НИКИ детской экопатологии); С. В. Кузьмина (Екатеринбургский МНЦ профилактики и охраны здоровья рабочих промпредприятий); В. Ф. Демина (РНЦ «Курчатовский институт»); Б. Н. Порфирьева (Институт системного анализа РАН); Т. Я. Пожидаевой (Департамент госсанэпиднадзора Минздрава России); О. И. Аксеновой (Центр госсанэпиднадзора в г. Москве); А. В. Киселева (Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования Минздрава России); К. Б. Фридмана (Центр госсанэпиднадзора в г. Санкт-Петербурге).

2. Утверждено и введено в действие Первым заместителем Министра здравоохранения Российской Федерации, Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации Г. Г. Онищенко 5 марта 2004 г.

3. Разработано впервые.

ББК 51.21

Ответственные за выпуск Барабанова Т. Л., Акопова Н. Е., Максакова Е. И.

Редакторы Аванесова Л. И., Акопова Н. Е., Глазкова М. Ф.,
Кожока Н. В., Кучурова Л. С., Максакова Е. И.

Технические редакторы Климова Г. И., Ломанова Е. В., Смирнов В. В.
Дизайн обложки Григорьев А. А.

Подписано в печать 06.10.04

Формат 60×88/8 Печ. л. 18,0

Тираж 2000 экз. Заказ 6788

Федеральная служба по надзору
в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека
127994, Москва, Вадковский пер., д. 18/20

Оригинал-макет подготовлен к печати Издательским отделом
Федерального центра госсанэпиднадзора Минздрава России
113105, Москва, Варшавское ш., 19а
Отделение реализации, тел. 952-50-89

Отпечатано в филиале Государственного
ордена Октябрьской революции, ордена Трудового Красного Знамени
Московского предприятия «Первая образцовая типография»
Министерства Российской Федерации по делам печати, телерадиовещания
и средств массовых коммуникаций
113114, Москва, Шлюзовая наб., 10. Тел. 235-20-30

© Роспотребнадзор, 2004
© Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004

Содержание

1. Область применения и общие положения 4
2. Основные элементы анализа риска 9
2.1. Оценка риска для здоровья 9
2.2. Управление риском 10
2.3. Информирование о риске 12
3. Основные понятия, используемые в документе 13
3.1. Термины и определения 13
3.2. Нормативные ссылки 18
4. Идентификация опасности 22
4.1. Общие положения 22
4.2. Сбор и анализ данных об источниках, составе и условиях загрязнения на исследуемой территории 23
4.3. Выбор показателей опасности потенциально вредных факторов 27
4.4. Анализ информации о показателях опасности химических канцерогенов 29
4.5. Анализ информации о показателях опасности химических неканцерогенов 30
4.6. Выбор приоритетных для исследования химических веществ 30
4.7. Методы ранжирования химических соединений 32
4.8. Характеристика неопределенности идентификации опасности 34
5. Оценка зависимости «доза–ответ» 35
5.1. Общие положения 35
5.2. Параметры для оценки неканцерогенного риска 36
5.3. Применение референтных уровней воздействия 39
5.4. Параметры для оценки канцерогенного риска 40
5.5. Выбор параметров зависимости «доза–ответ» для оценки риска. Анализ неопределенностей 41
6. Оценка экспозиции 42
6.1. Общие положения 42
6.2. Характеристика зоны воздействия 44
6.3. Пути распространения химических веществ в окружающей среде и их воздействие на человека 45
6.4. Определение степени воздействия (количественная характеристика экспозиции) 48
7. Характеристика риска для здоровья населения 59
7.1. Общие положения 59
7.2. Оценка риска канцерогенных эффектов 60
7.3. Оценка риска неканцерогенных эффектов при острых и хронических воздействиях 62
7.4. Оценка риска при многосредовых, комбинированных и комплексных воздействиях 62
7.5. Оценка неканцерогенного риска на основе эпидемиологических данных 67
7.6. Классификация уровней риска 67
7.7. Обобщение информации о риске 68
7.8. Сравнительная оценка рисков 69
7.9. Факторы, влияющие на надежность оценок риска 70
Список литературы 72
Приложения 75

УТВЕРЖДАЮ
Главный государственный санитарный врач Российской Федерации,
Первый заместитель Министра здравоохранения Российской Федерации

Г. Г. Онищенко

5 марта 2004 г.
Дата введения: с момента утверждения

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

Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду

Human Health Risk Assessment from Environmental Chemicals

Руководство
Р 2.1.10.1920—04

1. Область применения и общие положения

1.1. Настоящее руководство применяется для выполнения работ по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, с целью:

- санитарно-эпидемиологической экспертизы, направленной на установление и предотвращение вредного воздействия факторов среды обитания человека;
- планирования, осуществления и оценки результатов социально-гигиенического мониторинга;
- оценки ущерба (вреда) здоровью человека от воздействия факторов среды обитания, в том числе при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;
- обоснования приоритетных мероприятий в планах действия по охране окружающей среды и оценки их эффективности;
- определения зон экологического бедствия и чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в плане оценки ущерба (вреда) здоровью населения;
- принятия решений в отношении средств и способов защиты здоровья населения при чрезвычайных ситуациях природного и техногенного характера;
- установления и пересмотра санитарно-эпидемиологических правил и нормативов;
- разработки технических регламентов;
- установления причин возникновения и распространения массовых неинфекционных заболеваний, обусловленных воздействием факторов среды обитания человека, а также обоснования причинно-следственных связей между загрязнением окружающей среды и нарушением здоровья;

• гигиенической паспортизации, сертификации отдельных видов продукции, работ и услуг, лицензирования отдельных видов деятельности (работ, услуг), представляющих потенциальную опасность для человека;

• определения зон санитарной охраны, санитарно-защитных зон;

• ранжирования территорий по уровням загрязнения окружающей среды в связи с его опасностью для здоровья на любом уровне административного деления страны;

• медико-социального и экономического обоснования размеров и порядка возмещения гражданам или юридическим лицам ущерба (вреда) здоровью, причиненного негативными воздействиями факторов среды обитания; сравнительной оценки прогнозируемых ущербов здоровью при различных санитарно-эпидемических ситуациях;

• экономического анализа различных вариантов и способов управления риском (оценка «затраты–эффективность», «ущерб–выгода»), в том числе для прогнозирования социальных и экономических последствий применения санитарных правил, санитарно-эпидемиологических нормативов и других профилактических мероприятий, оценки эффективности различных вариантов природоохранных и профилактических мероприятий;

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

1.2. Руководство предназначено для органов здравоохранения, включая органы государственной санитарно-эпидемиологической службы, научно-исследовательских организаций гигиенического профиля, медицинских учебных заведений, а также других учреждений и организаций, занимающихся вопросами оценки воздействия химических факторов окружающей среды на здоровье населения и аккредитованных для этой работы в установленном порядке.

1.3. Целью данного методического документа является унификация требований, принципов, методов и критериев оценки риска для здоровья, связанного с воздействием химических веществ, загрязняющих окружающую среду, с учетом отечественных, зарубежных и международных организаций (Программа ООН по защите окружающей среды, Организация по экономическому сотрудничеству и развитию, Всемирная организация здравоохранения, Международная организация труда, Международная программа по химической безопасности, Комиссия Евросоюза).

1.4. В настоящем методическом руководстве не рассматриваются:

• вопросы оценки профессионального риска, возникшего вследствие воздействия вредных и опасных производственных факторов и факторов трудового процесса на здоровье работающих. Вместе с тем, при сравнительном анализе факторов экспозиции химических веществ на население и его отдельные группы в ряде случаев целесообразно оценивать относительный вклад производственных воздействий в суммарную химическую нагрузку на население, проживающее на исследуемой территории;

• методические требования к установлению гигиенических нормативов и безопасных уровней воздействия химических веществ в различных объектах окружающей среды;

• экологический риск как вероятность развития у растений или животных (кроме человека) неблагоприятных эффектов, обусловленных воздействием факторов окружающей среды.

1.5. Оценка риска здоровью является одним из элементов методологии анализа риска, включающей 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 наиболее оптимальных управленческих решений по устранению или снижению уровней риска, оптимизации контроля (регулирования и мониторинга) уровней экспозиций и рисков.

Оценка риска для здоровья человека – это количественная и/или качественная характеристика вредных эффектов, способных развиться в результате воздействия факторов среды обитания человека на конкретную группу людей при специфических условиях экспозиции.

1.6. Применение методологии оценки риска здоровью в качестве инструмента санитарно-эпидемиологической экспертизы и обоснования эффективных управленческих решений, а так же ведения СГМ позволяет:

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

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

• совершенствовать систему гигиенического нормирования и ее гармонизацию с международно признанными принципами, критериями и методами установления безопасных уровней воздействия химических веществ.

1.7. Оценка риска проводится по запросам органов государственной власти, в том числе органов государственного санитарно-эпидемиологического надзора, судебных органов, промышленных предприятий и проектных организаций, индивидуальных предпринимателей, общественных организаций, юридических и физических лиц. Независимо от источника финансирования результаты исследований по оценке риска должны представляться не только непосредственному заказчику, но и органам Федеральной службы по надзору в сфере защиты прав потребителей и благополучия человека. В случае требования заказчика о конфиденциальности предоставляемой информации или наличия в ней коммерческой тайны, исполнитель представляет подготовленный отчет только заказчику, если это не противоречит действующему законодательству.

1.8. Проведение исследований по оценке риска осуществляется в установленном порядке органами по оценке риска, аккредитованными в соответствии с Положением об аккредитации органов по оценке риска в Российской Федерации, утвержденным Главным государственным санитарным врачом.

1.9. На основе проведенной оценки риска должен быть представлен подробный отчет о проведенных исследованиях и экспертное заключение, содержащее обоснование выводов и рекомендаций в соответствии с целями и задачами, поставленными в исходном задании на проведение исследований. В отчете и заключении должны быть не только отражены полученные выводы, но и представлена оценка их надежности и дана характеристика возможных факторов неопределенности, способных изменить конечные оценки.

1.10. Оценка риска основана исключительно на критериях, отражающих непосредственное влияние химических веществ на здоровье наиболее чувствительных групп населения. При сравнительной оценке риска, осуществляемой с целью установления приоритетов среди широкого круга проблем, включая характеристику качества, условий и образа жизни, в качестве дополнительного критерия могут использоваться показатели, непосредственно не связанные с риском для здоровья человека, например, риск развития дискомфортных состояний.

1.11. Показатели, использующиеся для оценки риска (референтные дозы и концентрации для условий острых, подострых и хронических воздействий, региональные уровни минимального риска, факторы канцерогенного потенциала, гигиенические нормативы, установленные по прямым эффектам на здоровье человека, параметры зависимости «доза/концентрация–ответ», полученные в эпидемиологических исследованиях), как правило, устанавливаются на уровне верхней доверительной границы риска, что обеспечивает значительный запас их надежности.

1.12. Обоснование показателей, использующихся для оценки риска, осуществляется на основе новейших и наиболее достоверных данных о влиянии химических веществ на здоровье человека. Рекомендуемые значения параметров для характеристики риска приведены в прилож. 2.

1.13. По мере появления новых научных данных, показатели, использующиеся для оценки риска, подлежат периодическому пересмотру и дополнению. Данная работа осуществляется экспертами Проблемной комиссии «Научные основы комплексной оценки риска воздействия факторов среды на здоровье человека» Научного совета по

экологии человека и гигиены окружающей среды РАМН и Министерства здравоохранения и социальной защиты Российской Федерации при участии экспертов профильных научных секций. Рекомендуемые значения референтных уровней воздействия рассматриваются и утверждаются Министерством здравоохранения и социальной защиты Российской Федерации в виде дополнений к настоящему руководству в установленном порядке.

1.14. Характеристика риска осуществляется на основе величин приемлемого риска, отражающих такие уровни риска, которые не требуют применения дополнительных мер по его снижению и незначительны по отношению к рискам, существующим в повседневной деятельности или жизни людей.

1.15. Для учета региональных особенностей формирования общей химической нагрузки на население, а также с целью установления перспективных значений риска, которые должны быть достигнуты в процессе проведения профилактических и оздоровительных мероприятий, могут устанавливаться региональные уровни минимального или целевого риска и соответствующие им концентрации химических веществ в различных объектах среды обитания человека (концентрации, основанные на риске). Данные концентрации устанавливаются с учетом одновременного поступления химических веществ всеми возможными путями (перорально, накожно, ингаляционно) из всех приоритетных объектов среды обитания человека. Концентрации, основанные на риске, целесообразно использовать для установления региональных гигиенических нормативов содержания химических веществ в различных объектах окружающей среды.

1.16. Оценка риска, как правило, осуществляется в соответствии со следующими этапами.

- Идентификация опасности (выявление потенциально вредных факторов, оценка связи между изучаемым фактором и нарушениями состояния здоровья человека, достаточности и надежности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды исследуемыми веществами; составление перечня приоритетных химических веществ, подлежащих последующей характеристике).
- Оценка зависимости «доза–ответ»: выявление количественных связей между показателями состояния здоровья и уровнями экспозиции.
- 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.
- Характеристика риска: анализ всех полученных данных, расчет рисков для популяции и ее отдельных подгрупп, сравнение рисков с допустимыми (приемлемыми) уровнями, сравнительная оценка и 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.

В ряде случаев, например, при скрининговой оценке, осуществляемой с целью предварительной характеристики возможных источников и уровней рисков, исследования могут быть ограничены несколькими или даже одним этапом.

2. Основные элементы анализа риска

Анализ риска ставит своей целью выбор оптимальных в данной конкретной ситуации путей устранения или снижения риска. Анализ риска включает три взаимосвязанных элемента: оценка риска для здоровья, управление риском и информирование о риске.

2.1. Оценка риска для здоровья

В настоящее время концепция оценки риска практически во всех странах мира и международных организациях рассматривается в качестве главного механизма разработки и принятия управленческих решений как на международном, государственном или региональном уровнях, так и на уровне отдельного производства или другого потенциального источника загрязнения окружающей среды.

Социально-гигиенический мониторинг как государственная система наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека, является, с одной стороны, средством управления рисками (в том числе, путем мониторинга экспозиций и рисков, динамического слежения за прямыми и косвенными индикаторными показателями), а с другой, – системой, корректирующей принципы и критерии характеристики рисков и предоставляющей сведения о реальных концентрациях химических веществ в объектах среды обитания человека, факторах экспозиции и др. В этом отношении методологию оценки риска можно рассматривать в качестве одного из основных, системообразующих элементов социально-гигиенического мониторинга. Важную роль оценка риска играет в оптимизации отбора приоритетных факторов для мониторинга, определении точек, средств, периодичности и показателей для контроля экспозиций, обосновании выбора индикаторных показателей.

Здоровье человека зависит не только от факторов риска, связанных с окружающей средой. Современная **методология сравнительной оценки риска** предусматривает параллельное рассмотрение рисков для здоровья, экологических рисков, обусловленных нарушением экосистем и вредными влияниями на водные и наземные организмы (кроме человека), рисков снижения качества и ухудшения условий жизни. Цель сравнительной оценки риска – выявление приоритетных проблем, связанных с окружающей средой. Обычно сравнительная оценка предшествует проведению углубленных исследований по оценке риска для здоровья и осуществляется путем экспертного анализа имеющихся данных о возможных неблагоприятных эффектах химических веществ.

Полная (базовая) схема оценки риска предусматривает проведение четырех взаимосвязанных этапов: идентификация опасности, оценка зависимости «доза–ответ», оценка экспозиции, характеристика риска. Перед проведением исследований по полной схеме должны быть четко определены цели и задачи исследований, сформирована группа исследователей, в которую целесообразно включать как специалистов по оценке риска, так и токсикологов, химиков, технологов, лиц, которые в последующем будут разрабатывать варианты управленческих решений и принимать решения по их реализации.

На предварительном этапе целесообразно разработать **концептуальную модель территории**, представляющую собой графическое или описательное представление возможных взаимосвязей между источниками загрязнения окружающей среды, маршрутами воздействия (первично загрязняемыми средами, транспортирующими, накапливающими или трансформирующими химические вещества средами, воздействующими на человека средами, путями возможного поступления химических соединений из

воздействующих сред) и экспонируемыми группами населения. Концептуальная модель территории является основой для формирования предварительных сценариев воздействия, характеризующих временные и пространственные параметры воздействия потенциально опасных химических веществ. Данные 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, в частности такие варианты, как оценка рисков, существующих на данной территории или связанных с определенным источником загрязнения окружающей среды. При оценке риска по полной (базовой) схеме используются результаты мониторинга концентраций химических веществ в анализируемых объектах окружающей среды и/или данные, полученные на основе моделирования рассеивания загрязнений, за период не менее 3—5 лет.

Для уточнения задач исследований целесообразно проводить предварительную **скрининговую оценку**, предусматривающую ускоренную характеристику риска на основе имеющихся или полученных в процессе исследований ограниченных данных. При скрининговой оценке расчет риска проводят в отношении **максимально экспонируемого индивида** – гипотетического человека, подвергающегося максимально возможному воздействию загрязненной среды в течение всей жизни. Для предварительной оценки, как правило, выбирается наиболее консервативный сценарий воздействия. Если даже при самом консервативном сценарии воздействия полученные величины риска не превышают уровни приемлемого риска, проведение расширенных исследований по полной схеме может оказаться нецелесообразным.

Скрининговая оценка может включать только несколько этапов, входящих в базовое исследование, например, идентификацию опасности. Если на этом этапе было 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 даже ориентировочной характеристики, то последующие этапы оценки риска не проводятся.

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. Итоговая информация о рисках должна быть представлена лицам, занимающимся управлением риска, в понятной и доказательной форме с обязательным указанием на все неопределенности, неточности результатов и их общую надежность. Формат представляемых данных необходимо предварительно согласовать с лицами, которые будут в дальнейшем разрабатывать варианты мероприятий по управлению рисками.

2.2. Управление риском

Управление риском является логическим продолжением оценки риска и направлено на обоснование наилучших в данной ситуации решений по его устранению или минимизации, а также динамическому контролю (мониторингу) экспозиций и рисков, оценке эффективности и корректировке оздоровительных мероприятий. Управление риском базируется на совокупности политических, 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 и др.).

Управление риском состоит из четырех элементов: сравнительная оценка и ранжирование рисков; определение уровней приемлемости риска; выбор стратегии снижения и контроля риска (контроль поступления химических веществ в окружающую среду из источников загрязнения, мониторинг экспозиций и рисков, регламентирование уровней допустимого воздействия); принятие управленческих (регулирующих) решений.

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, определение вероятности и установление 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 и ущербов состоянию здоровья населения.

Сравнительная характеристика рисков не позволяет решить вопрос об их значимости и приемлемости. При анализе приемлемости риска учитываются выгоды от использования конкретного вещества; расходы, связанные с регулированием этого вещества (полным или частичным запретом, заменой его другим препаратом и т. п.); возможность осуществления контролирующих (регулирующих) мер с целью уменьшения потенциального негативного воздействия вещества на окружающую среду и здоровье человека. Для установления приемлемости риска широко используется метод экономического анализа «затраты–выгода». Однако понятие приемлемости определяется не только результатами экономического анализа, но и большим числом политических и социальных факторов, включая восприятие риска различными группами населения.

Стратегия контроля уровней риска 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.

С целью снижения уровней риска могут использоваться также следующие подходы: снижение числа и мощности источников опасности; снижение вероятности развития или проявления вредных эффектов; уменьшение числа экспонируемых лиц; снижение вероятности воздействий (например, вероятности развития аварийных ситуаций); снижение выраженности вредных эффектов.

В задачи управления риском входит также выбор стратегии динамического (периодического или постоянного) мониторинга экспозиций и рисков. Данные виды мониторинга выполняют следующие функции: контрольную (сравнение с предельно допустимыми или приемлемыми уровнями), сигнальную (быстрое реагирование на возникновение опасной ситуации), прогностическую (возможность предсказания уровней экспозиций и рисков на основе анализа временных тенденций), инструментальную (как средство для распознавания и классификации наблюдаемых явлений).

Мониторинг экспозиций и рисков, основанный на результатах оценки риска для здоровья, является эффективным способом проведения социально-гигиенического мониторинга (выбор точек контроля, контролируемых химических веществ, установления достаточной периодичности отбора проб и др.). С этой целью могут использоваться не

только измерения концентраций многочисленных химических веществ, определяющих риски для здоровья населения на данной территории, но и прямые (непосредственно связанные с оцениваемыми рисками для здоровья) или косвенные (очень хорошо коррелирующие с прямыми) индикаторы качества среды обитания человека, достаточно хорошо отражающие совокупную химическую нагрузку на экспонируемое население. Применение индикаторов допустимо в случае предварительной углубленной оценки рисков на данной территории либо при наличии очень большого сходства в источниках загрязнения окружающей среды на этой территории и в ранее подробно исследованном районе.

Оценка риска для здоровья, выполняемая в рамках системы СГМ, позволяет:

- оценить стоимость затрат на здравоохранение, связанных с ущербом от воздействия конкретного вредного фактора;
- выполнить прогноз государственных затрат на здравоохранение, связанных с воздействием одного или нескольких вредных факторов;
- обосновать иск граждан на материальную компенсацию ущерба для здоровья, связанного с воздействием факторов среды обитания;
- не изменяя существующее правовое поле, создать системы экономической защиты граждан и государства от изменяющейся среды.

2.3. Информирование о риске

Информирование о риске представляет собой процесс распространения результатов определения степени риска для здоровья человека и решений по его контролю среди заинтересованной части населения (например, среди врачей, научных сотрудников, политиков, лиц, принимающих управленческие решения, населения и общества в целом).

Передача и распространение информации о риске являются естественным продолжением процесса оценки риска. Полученные в процессе оценки риска данные должны быть полностью понятны специалистам по регулированию риска и, кроме того, доступны для представителей прессы и заинтересованных групп населения.

При распространении информации о риске необходимо принимать во внимание особенности восприятия риска разными группами населения. Население в своем восприятии риска ориентируется не только на его количественные характеристики и возможные последствия для здоровья, но на уже сформировавшееся мнение общественности («факторы возмущения»). Наиболее важные характеристики риска, влияющие на его восприятие, приведены в табл. 2.1.

Таблица 2.1

Характеристики риска, влияющие на его восприятие

Характеристики, усиливающие восприятие риска	Характеристики, снижающие восприятие риска
Больший риск	Меньший риск
Недобровольный	Добровольный
Искусственный	Природный
Риски, контролируемые другими лицами	Риски, контролируемые самим индивидуумом
Риски без выгод	Риски с выгодой
Источники информации о риске, не заслуживающие доверия	Источники информации о риске, заслуживающие доверия

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

Индивидуальные факторы, влияющие на восприятие риска, подразделяются на следующие группы: знания, опыт, личностные особенности, эмоциональное состояние. 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.

Основные правила распространения информации о риске представлены в книге Г. Г. Онищенко с соавт. «Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (М., 2002).

3. Основные понятия, используемые в документе

3.1. Термины и определения

Агрегированный риск – вероятность развития вредного для здоровья эффекта в результате поступления одного химического вещества в организм человека всеми возможными путями (синоним: комплексное поступление).

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

Аккредитация – официальное признание органом по аккредитации компетентности физического или юридического лица выполнять работы в определенной области оценки соответствия.

Безопасность – высокая вероятность отсутствия вредного эффекта при определенном режиме и условиях воздействия анализируемого химического вещества. На практике соответствует либо отсутствию риска, либо его приемлемым уровням.

Безопасность продукции, процессов производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации – состояние, при котором отсутствует недопустимый риск, связанный с причинением вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений.

Вредное воздействие на человека – воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу для жизни и здоровья будущих поколений (ст. 1 Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ).

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.

Выгода от проведения 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 эффективности.

Доза – основная мера экспозиции, характеризующая количество химического вещества, воздействующее на организм.

Единичный риск – верхняя доверительная граница дополнительного пожизненного риска, обусловленного воздействием химического вещества в концентрации 1 мкг/м^3 (ингаляция загрязненного воздуха) или 1 мкг/л (поступление с питьевой водой). Представляет собой риск на одну единицу концентрации.

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

Зависимость «доза–эффект» – связь между дозой и степенью выраженности эффекта в экспонированной популяции.

Зависимость «экспозиция–ответ» – связь между воздействующей дозой (концентрацией), режимом, продолжительностью воздействия и степенью выраженности, распространенности изучаемого вредного эффекта в экспонируемой популяции.

Заявитель – физическое или юридическое лицо, осуществляющее обязательное подтверждение соответствия.

Здоровье – состояние полного физического, душевного и социального благополучия, а не только отсутствие болезней и физических дефектов.

Индекс опасности – сумма коэффициентов опасности для веществ с однородным механизмом действия или сумма коэффициентов опасности для разных путей поступления химического вещества.

Индивидуальный риск – оценка вероятности развития неблагоприятного эффекта у экспонируемого индивидуума, например, риск развития рака у одного индивидуума из 1 000 лиц, подвергавшихся воздействию (риск 1 на 1 000 или $1 \cdot 10^{-3}$). При оценке риска, как правило, оценивается число дополнительных по отношению к фону случаев нарушений состояния здоровья, т. к. большинство заболеваний, связанных с воздействием среды обитания, встречаются в популяции и при отсутствии анализируемого воздействия (например, рак).

Интегрированная оценка риска – процесс совместного анализа рисков, связанных с множеством источников, воздействующих факторов и маршрутов воздействия на человека, биоту или экологические ресурсы, с выделением определенной приоритетной области анализа.

Канцерогенный потенциал (фактор наклона, фактор канцерогенного потенциала, SF) – 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/(мг/(кг×день)) или $(мг/(кг×день)^{-1})$.

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

Канцерогенный эффект – возникновение новообразований при воздействии факторов окружающей среды.

Коэффициент опасности (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 всеми возможными путями химических веществ, обладающих сходным механизмом действия.

Маршрут воздействия – путь химического вещества от источника его образования и поступления в окружающую среду до экспонируемого организма. Включает в себя источник загрязнения окружающей среды, первично загрязняемые среды, транспортирующие среды, непосредственно воздействующие на человека среды и все возможные пути поступления химического вещества в организм.

Мониторинг воздействия – компонент управления риском, предусматривающий действия, предпринимаемые для динамического контроля уровней экспозиции вредного фактора.

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.

Наименьший уровень воздействия, при котором наблюдается вредный эффект (LOAEL) – наименьшая доза (концентрация) химического вещества, при воздействии которой наблюдается вредный эффект.

Неблагоприятный (вредный) эффект – изменения в морфологии, физиологии, росте, развитии или продолжительности жизни организма, популяции или экологической системы, проявляющиеся в ухудшении функциональной способности или способности компенсировать дополнительный стресс, или в увеличении чувствительности к другим воздействиям факторов окружающей среды.

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.

Окружающая среда – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов, а также антропогенных объектов. Природная среда – совокупность компонентов природной среды, природных и природно-антропогенных объектов.

Опасность – совокупность свойств фактора среды обитания человека (или конкретной ситуации), определяющих их способность вызывать неблагоприятные для здоровья эффекты при определенных условиях воздействия.

Оценка риска для здоровья – процесс установления вероятности развития и степени выраженности неблагоприятных последствий для здоровья человека или здоровья будущих поколений, обусловленных воздействием факторов среды обитания.

Оценка сравнительной значимости рисков – этап характеристики риска, предусматривающий определение сравнительной значимости выявленных опасностей и рассчитанных рисков для здоровья экспонируемой популяции. Включает также ранжирование опасных факторов, источников загрязнения окружающей среды, воздействующих сред, путей поступления химических веществ в организм, а также поражаемых органов/систем.

Популяционный риск – агрегированная мера ожидаемой частоты вредных эффектов среди всех подвергшихся воздействию людей (например, четыре случая заболевания раком в год в экспонируемой популяции).

Предельно допустимый риск – верхняя граница приемлемого риска, превышение которой требует применения дополнительных мер по его снижению.

Приемлемый риск – уровень риска развития неблагоприятного эффекта, 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.

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

Референтная доза/концентрация – 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

для здоровья чувствительных групп населения. Синонимы: допустимое суточное поступление (ADI), переносимое суточное поступление (TDI), руководящий уровень (GV), рекомендуемые показатели допустимого воздействия на здоровье (HA), прогнозируемый неэффективный уровень для человека (PNEL), уровень минимального риска (MRL), рекомендуемый уровень воздействия (REL).

Риск – вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юридических лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда (ст. 2 Федерального закона Российской Федерации «О техническом регулировании» № 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г.). Данное определение интегрирует несколько разноплановых понятий о риске (здоровью, экологический, повреждений имущества), что соответствует совокупному риску.

Риск для здоровья – вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания.

Риск нарушения санитарно-эпидемиологического благополучия населения – вероятность негативных изменений состояния здоровья населения или состояния здоровья будущих поколений, а также нарушений благоприятных условий жизнедеятельности человека (включая ухудшение условий и качества жизни, возникновение дискомфортных состояний и др.), обусловленная воздействием факторов среды обитания. Данное понятие имеет комплексный характер и включает в себя не только собственно риск здоровью, но и другие виды рисков (например, снижения качества жизни; развития дискомфортных состояний, непосредственно не связанных с изменениями практического здоровья человека и т. д.).

Социально-гигиенический мониторинг – 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.

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.

Среда обитания человека (среда обитания) – совокупность объектов, явлений и факторов окружающей (природной и искусственной) среды, определяющая условия жизнедеятельности человека.

Среднесуточная пожизненная доза/концентрация (LADD/LARC) – потенциальная суточная доза/концентрация, усредненная за весь период жизни человека. Период усреднения экспозиции для канцерогенов обычно принимается равным 70 годам.

Среднесуточная доза/концентрация (ADD/ADC) – потенциальная суточная доза/концентрация, усредненная за период воздействия химического вещества. Период усреднения для хронических воздействий обычно принимается равным: для взрослых – 30 лет, для детей в возрасте до 6 лет – 6 лет.

Сценарий воздействия – описание специфических условий экспозиции; совокупность фактов, предположений и заключений о воздействии оцениваемого вредного фактора. Сценарий экспозиции может включать несколько маршрутов воздействия.

Техническое регулирование – правовое регулирование отношений в области установления, применения и исполнения обязательных требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, а также в области установления и применения на добровольной основе требований к продукции, процессам производства, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации и утилизации, выполнению работ или оказанию услуг и правовое регулирование отношений в области оценки соответствия.

Управление риском – 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.

Уровень воздействия, при котором не наблюдается вредный эффект (NOAEL) – наивысшая доза, при которой не наблюдается вредного эффекта (аналогичен термину «максимальная недействующая доза/концентрация»).

Ущерб (вред) здоровью человека – наблюдаемое или ожидаемое нарушение состояния здоровья человека или состояния здоровья будущих поколений, обусловленное воздействием факторов среды обитания. Ущерб характеризуется медико-социальной значимостью наблюдаемых или ожидаемых негативных последствий для жизни или здоровья человека и (или) будущих поколений, а также частотой случаев негативных последствий и их стоимостными оценками.

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

Факторы среды обитания – биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные и иные), химические, физические (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, тепловые, ионизирующие, не ионизирующие, 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 будущих поколений.

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.

Экологический риск – вероятность наступления события, имеющего неблагоприятные последствия для природной среды и вызванного негативным воздействием хозяйственной или иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера (ст. 1 Федерального закона «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 г.).

Экспозиция (уровень воздействия) – контакт организма (рецептора) с химическим, физическим или биологическим агентом.

Эффективность проведения мероприятий, направленных на устранение или снижение риска здоровью – медико-социальная и экономическая оценка последствий, связанных со снижением величины наблюдаемого или ожидаемого ущерба (вреда), обусловленного негативным воздействием факторов среды обитания.

3.2. Нормативные ссылки

1. Конституция Российской Федерации, ст. 42.

2. Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30 марта 1999 г. № 52-ФЗ.

3. Федеральный закон «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ.

4. Федеральный закон «Об охране атмосферного воздуха» от 4 мая 1999 г. № 96-ФЗ.

5. Федеральный закон «О качестве и безопасности пищевых продуктов» от 2 января 2000 г. № 29-ФЗ (с изменениями от 30 декабря 2001 г., 10 января, 30 июня 2003 г.).

6. Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27 декабря 2002 г. № 184-ФЗ.

7. Основы законодательства Российской Федерации об охране здоровья граждан от 22 июля 1993 г. № 5487-1 (с изменениями от 2 марта 1998 г., 20 декабря 1999 г., 2 декабря 2000 г., 10 января, 27 февраля, 30 июня 2003 г.).

8. Постановление Правительства Российской Федерации от 30 июня 2004 г. № 322 «Об утверждении Положения о Федеральной службе по надзору в сфере зашиты прав потребителей и благополучия человека».

9. Постановление Правительства Российской Федерации от 01.06.00 № 426 «Об утверждении Положения о социально-гигиеническом мониторинге».

10. Решение межведомственной комиссии Совета безопасности Российской Федерации по экологической безопасности от 25.10.01 № 5.

11. Рекомендации Парламентских слушаний на тему «Воздухо-охранная деятельность: трансграничный, федеральный и региональные аспекты» от 20.11.01.

12. Национальный план действий по гигиене окружающей среды Российской Федерации на 2001—2003 годы (Министерство здравоохранения Российской Федерации), одобренный Правительственной комиссией по охране здоровья граждан от 21 сентября 2001 года, № 4-пр. М., 2001.

13. «Экологическая доктрина Российской Федерации» № 1225-р, одобренная распоряжением Правительства Российской Федерации от 31 августа 2002 г.

14. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 11 от 29.07.99 «О введении в действие Временного Положения об аккредитации органов по оценке риска в Российской Федерации».

15. Система аккредитации органов по оценке риска. Положение об инспекционном контроле: Приказ Главного врача Федерального центра госсанэпиднадзора от 27.12.99 ОР 202-99.

16. Система аккредитации органов по оценке риска. Правила по аккредитации. Общие требования к аккредитации органов по оценке риска. Приказ Главного врача Федерального центра госсанэпиднадзора ОР 102-01.

17. О составе Экспертного Совета в Системе аккредитации органов по оценке риска: Приказ Федерального центра госсанэпиднадзора Минздрава России № 15 от 14.03.00.

18. «Об изменении приложения к приказу № 15 от 14.03.00 «О составе Экспертного Совета в Системе аккредитации органов по оценке риска»: Приказ от 4.02.02 № 10.

19. Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации № 25 от 10.11.97 и Главного государственного инспектора Российской Федерации по охране природы № 03-19/24-3483 от 10.11.97 «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации».

20. ГН 2.1.6.1338—03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

21. ГН 2.1.6.1339—03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

22. ГН 2.1.5.1315—03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

23. ГН 2.1.5.1316—03 «Ориентировочные допустимые уровни (ОДУ) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования».

24. ГН 6229—91 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) и ориентировочно допустимые количества (ОДК) химических веществ в почве».

25. ГН 2.1.7.020—94 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах. Дополнение 1 к перечню ПДК и ОДК № 6229—91».

26. ГН 1.2.1323—03 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды».

27. ГН 1.2.1832—04 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды. Дополнение 1 к ГН 1.2.1323—03».

28. ГН 2.3.3.972—00 «Предельно допустимые количества химических веществ, выделяющихся из материалов, контактирующих с пищевыми продуктами».

29. ГН 1.1.725—98 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека».

30. ГН 1.2.1841—04 «Перечень веществ, продуктов, производственных процессов, бытовых и природных факторов, канцерогенных для человека. Дополнения и изменения к ГН 1.1.725—98».

31. МР «Оценка потребления пищи методом 24-часового воспроизведения питания». Госкомсанэпиднадзор РФ, 1996.

32. Информационно-методическое письмо «О внедрении методологии оценки риска здоровью в России» № 1100/3505-2-111 от 22.11.02.

33. Информационное письмо «О возможности использования методологии оценки риска здоровью в деятельности Госсанэпидслужбы РФ» № 23ФЦ/2611 от 23.07.98.

34. Информационное письмо «Оценка риска многосредового воздействия химических веществ (расчет дозовой нагрузки, критерии оценки риска канцерогенных и неканцерогенных эффектов)» № 1100/731-01-111 от 26.03.01.

Настоящее Руководство гармонизировано со следующими международными и зарубежными документами.

1. Программа Организации Объединенных Наций по окружающей среде (UNEP). Заключительный акт конференции полномочных представителей по Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях. 2001.

2. Роттердамская конвенция о процедуре предварительного обоснованного согласия в отношении отдельных опасных химических веществ и пестицидов в международной торговле. Текст и приложения. UNEP, 1999.

3. Проект МПХБ по гармонизации подходов к оценке химических опасных факторов/оценке риска. Совместный проект ОЭСР/ВОЗ по гармонизации терминологии в области химических опасных факторов/оценки риска. МПХБ, 1999.

4. EC. Commission of the European Communities. Chemical Risk Control. DGXI. Office for official publications of the European Communities. Luxembourg, 1994.

5. OECD (Organisation for Economic Co-operation and Development). Harmonised Integrated Hazard Classification System for Chemical Substances and Mixtures, 2001.

6. IPCS. Glossary of Exposure Assessment-Realated Terms: A Compillation, Prepared by the Exposure Terminology Subcommittee of the IPCS Exposure Assessment Planning Workgroup for the International Programme on Chemical Safety Harmonization of Approaches to the Assessment of Risk from Exposure to Chemicals. 2001.

7. IPCS. Glossary of Key Exposure Assessment Terms, Prepared by the Exposure Terminology Subcommittee of the IPCS Exposure Assessment Planning Workgroup for the International Programme on Chemical Safety Harmonization of Approaches to the Assessment of Risk from Exposure to Chemicals. 2001.

8. WHO. IPCS. Environmental Health Criteria 104: Principles for the Toxicological Assessment of Pesticides in Food. Geneva, 1990.

9. WHO/IPCS. Environmental Health Criteria 155: Biomarkers and Risk Assessment: Concepts and Principles. World Health Organisation, International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1993.

10. WHO/IPCS. Environmental Health Criteria 170: Assessing Human Health Risks of Chemicals: Derivation of Guidance Values for Health-Based Exposure Limits. World Health Organisation, International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1994.

11. WHO/IPCS. Report of the IPCS Workshop on Issues Related to the Harmonisation of Quantitative Risk Assessment Methods for Non-Cancer Endpoints (New Orleans, LA, USA; 12—14 December 1996).

12. WHO. World Health Organisation, International Programme on Chemical Safety, Geneva, 1997.

13. WHO. Guidelines for drinking-water quality, 2nd ed. Vol. 2 Health criteria and other supporting information, 1996 (pp. 940—949) and Addendum to Vol. 2 . 1998 (pp. 281—283). Geneva, World Health Organization.

14. WHO. Guidelines for drinking-water quality. Health criteria and other supporting information,. 2nd ed., Vol. 2. Geneva, World Health Organization, 1996, pp. 940—949.

15. FAO/WHO. A Joint FAO/WHO Expert Consultation on the Application of Risk Management to Food Safety Matters. Rome, 1997.

16. WHO. Air Quality Management: WHO Guidelines for Air Quality. World Health Organisation. Geneva, 1998.

17. WHO. IPCS. Assessment of the health risk of dioxins: re-evaluation of the Tolerable Daily Intake (TDI). Geneva, 1998.

18. WHO. Guidelines for Air Quality. Geneva, 1999.

19. WHO/IPCS. Environmental Health Criteria 210: Principles for the Assessment of Risks to Human Health from Exposure to Chemicals. World Health Organization, International Program on Chemical Safety. Geneva, 1999.

20. WHO/IPCS. Environmental Health Criteria 214: Human Exposure Assessment. Geneva, 2000.

21. WHO Working Group. Evaluation and Use of Epidemiological Evidence for Environmental Health Risk Assessment: WHO Guideline Document Environmental Health Perspectives, Vol 108. Geneva, 2000.

При подготовке Руководства использованы следующие зарубежные документы.

1. Government/Research Councils Initiative on Risk Assessment and Toxicology. Developing New Approaches to Assessing Risk to Human Health from Chemicals. Report prepared by the Risk Assessment and Toxicology Steering Committee. Leicester (UK), 1999.

2. Health and Welfare Canada. Health-Based Tolerable Daily Intakes/Concentrations and Tumorigenic Doses/Concentrations for Priority Substances. Supply and Services Canada, Ottawa, 1996.

3. Health and Welfare Canada. Human Health Risk Assessment for Priority Substances (Canadian Environmental Protection Act Report). Supply and Services Canada, Ottawa, 1994.

4. National Environment Protection Council. Report of the Risk assessment Taskforce. Adelaide, 1999.

5. U.S. EPA. 1988. Superfund Exposure Assessment Manual. EPA/540/1-88/001. Office of Emergency and Remedial Response. Washington, DC.

6. U.S. EPA. 1990a. Subsurface Contamination Reference Guide. EPA/540/2-90/011. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, DC.

7. U.S. EPA. Dermal Exposure Assessment: Principles and Applications. EPA/600/8-91/011B.Office of Health and Environmental Assessment, Washington, 1992.

8. U.S. EPA. Guidance for Conducting Health Risk Assessment of Chemical Mixtures (External Scientific Peer Review Draft) NCEA-C-0148. United States Environmental Protection Agency, National Centre for Environmental Assessment, Risk Assessment Forum, Washington DC , April 1999.

9. U.S. EPA. Human Health Evaluation Manual, Supplemental Guidance: Standard Default Exposure Factors. Publication 9285.6-03. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, 1991.

10. U.S. EPA. Risk Assessment Guidance for Superfund Volume 1: Human Health Evaluation Manual. Part B. Development of Risk-Based Preliminary Remediation Goals). Publication 9285.7-01B. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, 1991.

11. U.S. EPA. Risk Assessment Guidance for Superfund Volume I: Human Health Evaluation Manual Supplemental Guidance Dermal Risk Assessment, Interim Guidance. NCEA-W-0364. Office of Emergency and Remedial Response, Washington, 1998.

12. US.EPA. Guidelines for Carcinogen Risk Assessment // Fed. Reg. 1986. V.51. № 185. C. 33992—34003.

13. US.EPA. Methods for Derivation of Inhalation Reference Concentration and Application of Inhalation Dosimetry. EPA/600/8-90/966F. Washington, 1994.

4. Идентификация опасности

4.1. Общие положения

4.1.1. Опасность – это способность химического, физического, биологического агента или совокупности определенных факторов наносить вред живому организму, существующая независимо от условий воздействия. Риск, в отличие от опасности, является результатом фактического или потенциального воздействия химического соединения и зависит от экспозиции и специфики конкретных условий воздействия.

4.1.2. Идентификация опасности предусматривает установление на качественном уровне весомости доказательств способности того или иного агента вызывать определенные вредные эффекты у человека.

4.1.3. Наиболее доступными источниками информации о вредном действии анализируемых химических соединений являются аналитические обзоры, отчеты, справочники, базы данных, содержащие итоговые заключения высококвалифицированных экспертов об опасных свойствах вещества.

4.1.4. 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.

4.1.5. Этап идентификации опасности имеет скрининговый характер и предусматривает выявление всех источников загрязнения окружающей среды 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; 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).

4.1.6. На этапе идентификации опасности осуществляется оценка полноты и достоверности имеющихся данных об уровнях загрязнения различных объектов окружающей среды, 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 последующего анализа риска для здоровья (референтные дозы и концентрации, факторы канцерогенного потенциала).

4.1.7. Идентификация опасности тесно связана с этапом оценки зависимости «доза–ответ», основная цель которого состоит в установлении количественных показателей опасности химического вещества, а также с этапом оценки экспозиции, проведение которого невозможно без предварительного анализа сведений о концентрациях химических веществ в различных объектах окружающей среды и выбора приоритетных загрязнений. В этом отношении идентификация опасности является не только начальным, но и ключевым этапом оценки риска, определяющим целесообразность проведения дальнейших исследований.

4.1.8. На этапе идентификации опасности с учетом цели и задач проводимых исследований, их материального обеспечения, наличия информации о концентрациях химических веществ в объектах окружающей среды 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.

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

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

4.2.2. При оценке риска на определенной территории, необходимо установить все основные существующие или существовавшие в прошлом источники загрязнения объектов окружающей среды, включая источники на прилегающих территориях, потенциально способных воздействовать на исследуемое население в связи с возможностью пространственного распространения загрязнения. Необходимо также учитывать возможность межсредовых переходов и накопления химических веществ во вторично загрязненных средах.

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

4.2.4. 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.

4.2.5. В предварительный список должны включаться компоненты выбросов от источников загрязнения атмосферного воздуха, возможные опасные продукты трансформации загрязняющих веществ в окружающей среде, 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 окружающей среды (атмосферный воздух, питьевая вода, вода открытых водоемов, почва, привозные и местные продукты питания) при проведении санитарно-химических исследований.

4.2.6. Основными источниками информации о промышленных выбросах являются совместно используемые ежегодные формы государственной статистической отчетности «2-ТП (воздух)» и тома «Атмосфера. Предельно допустимые выбросы вредных веществ» изучаемого населенного пункта или тома ПДВ отдельных предприятий. Недостатком томов ПДВ является периодичность информации с уточнением не чаще раза в 5 лет. Эту информацию целесообразно дополнять ежегодными данными о плате за выбросы, имеющимися в местных подразделениях Министерства природных ресурсов Российской Федерации.

4.2.7. 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 сводном томе ПДВ по городу.

4.2.8. Необходимо тщательно анализировать официальные сведения о составе выбросов/сбросов с учетом вида источника загрязнения и особенностей используемых

технологических процессов. При обнаружении явных неточностей следует провести совместно с другими заинтересованными ведомствами проверку качественных и количественных характеристик выбросов в атмосферу, сбросов в водоемы и отходов производственной деятельности.

4.2.9. Информацию о потенциальных загрязнителях водоисточников следует получить из предпроектных и проектных материалов систем канализования, отдельных очистных сооружений, комплексных природоохранных программ, отчетов территориальных органов Министерства природных ресурсов Российской Федерации, а также других организаций, обеспечивающих контроль за сбросом сточных вод в водоемы, закачку стоков в подземные горизонты, захоронение и утилизацию бытовых и промышленных отходов, и уполномоченных на обеспечение соответствующей деятельности Правительством Российской Федерации.

4.2.10. Информацию о возможных загрязнениях питьевой воды следует получить из проектов системы водоснабжения, технологических карт, сертификатов, ТУ и другой документации, относящейся к реагентам, загрузкам, материалам и элементам транспортирующих и разводящих конструкций; протоколов, отчетов и другой документации, представляемой в центры госсанэпиднадзора в соответствии с требованиями МУ 2.1.4.682—97 «Методические указания по внедрению и применению санитарных правил и норм СанПиН 2.1.4.559—96 «Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества».

4.2.11. При анализе возможного загрязнения почвы необходимо принимать во внимание расположение участков ее локального загрязнения, химический состав промышленных отходов, захоронений, проливов, а также наличие длительного загрязнения сопредельных сред стойкими химическими соединениями (например, загрязнения атмосферного воздуха диоксинами, полихлорированными бифенилами, полиароматическими углеводородами, ртутью, мышьяком и др.).

4.2.12. 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 вещества, поступающие в пищевые продукты из различных загрязненных объектов окружающей среды (воздуха, воды, почвы), химические соединения, используемые в растениеводстве и животноводстве (пестициды, минеральные удобрения), пищевые добавки, используемые в качестве красителей, консервантов, эмульгаторов, антиоксидантов, и другие вещества, мигрирующие из упаковки пищевого продукта или оборудования, служащего для его кулинарной обработки.

4.2.12.1. Система постоянного наблюдения за состоянием питания включает: расчеты баланса продовольствия; оценку потребления пищи по результатам обследования бюджетов домашних хозяйств (ОБДХ); специальные исследования, основанные на оценке индивидуального потребления и изучения параметров пищевого статуса. Основные характеристики источников информации о потреблении пищевых продуктов представлены в табл. 4.1.

4.2.12.2. Для расчета баланса продовольствия не требуется организация какого либо специального исследования. Он формируется на основании сбора и обобщения информации о производстве и использовании, экспорте и импорте отдельных видов продовольственного сырья и пищевых продуктов. В Российской Федерации осуществляются расчеты баланса продовольствия, используя информацию о движении более 100 наименований пищевых продуктов и продовольственного сырья. Однако конечные расчеты представляются по следующим агрегированным группам пищевых продуктов: хлеб и хлебопродукты (в пересчете на муку), мука, крупы и макаронные изделия, кар-

тофель, 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).

Таблица 4.1

Основные характеристики количественных методов, используемых для оценки потребления пищи

	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

4.2.12.3. Обследование бюджетов домашних хозяйств (ОБДХ) широко распространено в европейских странах. Как правило, это исследование выполняется на репрезентативной для страны выборке домохозяйств (семей). В России ежегодно обследуются около 50 тыс. домохозяйств, соответственно в каждом субъекте Российской Федерации под наблюдением находятся от 400 до 800 домохозяйств, представляющих эти субъекты федерации.

4.2.12.4. Среднедушевое потребление пищевых продуктов определяется из количества купленных и предназначенных для личного потребления, а также потребленных в течение учетного периода обследования продуктов, полученных от собственного производства и т. п., затем полученный объем пищевых продуктов делится на фактически присутствующих членов домашнего хозяйства. Важным преимуществом данных ОБДХ является возможность их представления и анализа как по субъектам Российской Федерации, так и федеральным округам.

4.2.12.5. Метод взвешивания и записи пищи заключается во взвешивании блюд и продуктов непосредственно перед употреблением, а после еды взвешиваются остатки пищи и регистрируется количество потребленного каждого 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. Однако этот метод достаточно трудоемок и используется не часто.

4.2.12.6. Метод регистрации с оценкой испытуемым количества потребленной пищи. Испытуемый регистрирует в письменном виде потребляемую пищу, сам оценивает ее количество в бытовых мерах веса или объема (ложки, стаканы, тарелки, чашки и т. д.). Затем исследователь переводит домашние меры веса или объема в граммы или миллилитры.

4.2.12.7. Метод пищевого анамнеза (история питания). Метод основан на интервьюировании, когда испытуемому предлагается ответить на вопросы, характеризующие типичное среднедневное потребление пищи. Однако этот 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.

4.2.12.8. Метод анализа частоты потребления является наиболее популярным среди эпидемиологов, изучающих взаимосвязь питания и заболеваемости. Данные, получаемые этим методом, позволяют классифицировать людей на категории в зависимости от уровня потребления, что, в свою очередь, позволяет устанавливать зависимость между заболеваемостью и потреблением пищи как фактором риска.

4.2.12.9. Метод 24-часового воспроизведения питания (или анкетно опросный) в настоящее время является наиболее распространенным методом изучения потребления пищи у человека, благодаря своей простоте, легкости выполнения и доступности. Этот метод может быть применен для выполнения крупномасштабных исследований. При сравнении данных 24-часового опроса отмечено хорошее соответствие с результатами, полученными методом взвешивания и методом оценки испытуемым количества пищи.

4.2.12.10. Для унификации методов оценки потребления пищевых продуктов рекомендуется использовать метод обследования бюджетов домашних хозяйств (ОБДХ) и метод 24-часового воспроизведения питания (или анкетно опросный метод). Данные о потреблении продуктов питания в домашних хозяйствах в целом по Российской Федерации и по регионам Российской Федерации, в городской местности и сельской местности, а также данные натурального поступления и купленных продуктов представлены в прилож. 1. Эти данные касаются потребления пищевых продуктов в среднем на душу населения и не выделяют особенностей питания различных половозрастных групп населения.

4.2.12.11. В связи с тем, что питание населения в различных регионах Российской Федерации может существенно различаться, наиболее приемлемым является метод 24-часового воспроизведения питания, позволяющий получить конкретное потребление продуктов населением, проживающим на данной территории. Этот метод позволяет получить структуру потребления пищевых продуктов по отдельным группам населения, в том числе детей различного возраста. При использовании этого метода является необходимым правильно определить репрезентативную выборку для изучения структуры потребления пищевых продуктов, чтобы эти данные могли быть распространены на население всей обследуемой территории. При изучении фактического питания в этом случае следует пользоваться методическими рекомендациями «Оценка потребления пищи методом 24-часового воспроизведения питания» (Госкомсанэпиднадзор РФ, 1996) и «Альбом порций продуктов и блюд» (М.: «Красный пролетарий», 1995). Сведения о размере несъедобной части пищевых продуктов представлены в справочнике «Химический состав пищевых продуктов» (М.:«Пищевая промышленность», 1976, с. 200—207).

4.2.13. С целью выявления потенциально опасных химических соединений следует дополнительно использовать отечественные и зарубежные перечни приоритетных и особо опасных химических веществ.

4.2.14. Наряду с анализом поступления химических веществ в окружающую среду от учтенных источников загрязнения, необходимо использовать имеющиеся результаты санитарно-химических исследований различных объектов окружающей среды на изучаемой территории.

4.2.15. Собранные данные группируются с учетом исследуемого объекта окружающей среды и мест отбора проб. В анализ следует включать не только итоговые статистические параметры, но и все измеренные разовые концентрации с указанием даты отбора проб, что особенно важно при оценке риска острых воздействий химических соединений.

4.2.16. При наличии сведений о возможности присутствия вещества в исследуемой точке или в зоне потенциального влияния источника загрязнения окружающей среды, но не обнаруженное в отобранной пробе, вместо нуля вносится величина концентрации, составляющая $^1/_2$ 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. Общим правилом в таких ситуациях является исключение из последующего анализа тех проб, включение которых может увеличивать среднюю концентрацию до уровня, превышающего максимально обнаруживаемую концентрацию в этой точке. 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 окружающей среды на исследуемой территории.

4.2.17. При оценке имеющихся химико-аналитических данных следует осуществлять адресную привязку постов наблюдения, нанося на географическую 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. Особое внимание следует уделять местам локального химического загрязнения окружающей среды и правомерности использования полученных химико-аналитических данных в «горячих точках» для характеристики уровней экспозиции на всей исследуемой территории.

4.2.18. Каждое из соединений в отчете по оценке риска должно фигурировать только под одним определенным наименованием, которое, как правило, следует дополнять уникальным идентификационным номером CAS. 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 (мг/м^3, мг/л, мг/кг и т. д.).

4.2.19. 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 различные объекты окружающей среды, 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.

4.3. Выбор показателей опасности потенциально вредных факторов

4.3.1. 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.

4.3.2. Стандартными при оценке риска являются сценарии для условий селитебной, промышленной зон, сельской местности и др. Возможны также более сложные сценарии, включающие те или иные элементы различных стандартных сценариев. Сценарий воздействия, как правило, включает в себя несколько маршрутов и путей воздей-

ствия. Подробно вопросы, касающиеся сценариев, в том числе многомаршрутного многосредового воздействия, рассмотрены в разделе 6.

4.3.3. В научном отношении идентификация опасности представляет собой процесс установления причинной связи между воздействием химического вещества и развитием неблагоприятных эффектов для здоровья человека, что предусматривает углубленный анализ всех имеющихся научных данных об особенностях поведения его в окружающей среде и воздействия на организм человека, о вредных эффектах у человека и/или животных и зависимости эффектов от путей поступления вещества в организм, уровней и продолжительности воздействия, о возможных механизмах развития нарушений состояния здоровья. Идентификация опасности осуществляется как для исходного соединения, так и для токсичных продуктов его превращений в окружающей среде и в организме человека.

4.3.4. Источниками данных о потенциальной опасности химического вещества являются его физико-химические свойства, результаты эпидемиологических исследований, сообщения о нарушении состояния здоровья лиц, подвергавшихся вредному воздействию, результаты клинических исследований, экспериментов на лабораторных животных, опытов in vitro, анализа зависимости «химическая структура–биологическая активность».

4.3.5. В условиях населенных мест ведущее значение для идентификации опасности имеют такие физико-химические свойства вещества, которые определяют особенности его поведения в окружающей среде: 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 фотолиза, период полусуществования вещества, константы биодеградации и др. (Г. Г. Онищенко и соавт., 2002). Ориентировочное представление о возможных приоритетных средах дают критерии, отражающие степень сродства химических веществ с объектами окружающей среды (табл. 4.2).

4.3.6. 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 окружающей среды, 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. 4.3).

Таблица 4.2

Сродство химических веществ с различными объектами окружающей среды

Степень сродства	Вода, S, г/л	Воздух, H, 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, H – 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 сведе-

ний о данных показателях являются разнообразные специализированные справочники и компьютерные базы данных, а также количественные зависимости «химическая структура–свойства».

Таблица 4.3

Сведения о физико-химических свойствах потенциально приоритетных веществ

Вещество (CAS)	S, мг/л	VPR, мм. рт. ст.	H, атм × м^3/моль	K_{OC}	Период полусуществования, сутки			
					воздух	почва	грунтовая вода	речная вода

Примечание: S – растворимость в воде, VPR – давление паров, H – константа закона Генри, K_{OC} – 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.

Обнаружение у химического вещества способности к межсредовым переходам, накоплению одновременно в нескольких объектах окружающей среды является показанием к проведению оценки кумулятивного (многосредового) риска, обусловленного поступлением химических соединений в организм человека одновременно из нескольких сред.

4.4. Анализ информации о показателях опасности химических канцерогенов

4.4.1. 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.

4.4.2. На этапе идентификации опасности в качестве потенциальных химических канцерогенов рассматриваются вещества, относящиеся к группам 1, 2А, 2В по классификации МАИР.

4.4.3. Для химических канцерогенов необходимо установить наличие критериев для последующей оценки риска – факторов канцерогенного потенциала (SF) при пероральном (SFo) и ингаляционном (SFi) воздействии, а также показатели единичного риска (URi). Более подробно критерии канцерогенного риска рассмотрены в разделе 5.

4.4.4. С целью характеристики наличия информации, необходимой на последующих этапах оценки риска канцерогенов, следует обобщить сведения о показателях опасности развития канцерогенных эффектов в сводной табл. 4.4.

Таблица 4.4

Сведения о показателях опасности развития канцерогенных эффектов

Вещество	CAS	Пероральное поступление			Ингаляционное воздействие			
		МАИР	EPA	SFo	МАИР	EPA	SFi	URi

Примечание: МАИР – классификация Международного агентства по изучению рака; EPA – классификация степени доказанности канцерогенности для человека U.S. EPA; SFo, SFi – факторы канцерогенного потенциала для перорального и ингаляционного путей поступления, (мг/(кг×сут.))$^{-1}$; URi – единичный риск при ингаляционном воздействии на 1 мг/м^3.

4.5. Анализ информации о показателях опасности химических неканцерогенов

4.5.1. 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 следует указать имеющиеся сведения об эпидемиологических критериях риска анализируемых веществ. Более подробные сведения о референтных уровнях воздействия и эпидемиологических критериях риска рассмотрены в разделе 5.

4.5.2. Информацию о параметрах опасности неканцерогенных эффектов следует обобщить в сводной табл. 4.5.

Таблица 4.5

Сведения о параметрах опасности развития неканцерогенных эффектов

Вещество (CAS)	RfD, мг/кг	Критический эффект	Источник данных	RfC_3, мг/м^3	Критический эффект	Источник данных	ЭКР

Примечание: RfD – референтная доза, RfC – референтная концентрация, ЭКР – наличие эпидемиологических критериев риска (т. е. зависимостей концентрация-ответ, полученных в эпидемиологических исследованиях).

4.5.3. 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 аналогии со структурно близкими веществами попытаться предположить тип 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.

4.5.4. 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 т. д.

4.6. Выбор приоритетных для исследования химических веществ

4.6.1. Максимально полный перечень потенциально приоритетных веществ на исследуемой территории необходимо проанализировать с целью выявления химических соединений, представляющих повышенную опасность, и выделенных в процессе формирования предварительного сценария воздействия и путей их поступления в организм человека.

4.6.2. Этапами формирования окончательного перечня приоритетных веществ являются: сбор данных о химических веществах, потенциально способных воздействовать на здоровье населения; анализ их опасности (вредности для здоровья человека), а также имеющейся информации о концентрациях в различных объектах окружающей среды; предварительное ранжирование химических веществ с учетом объема их поступления в окружающую среду 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 окружающей среде и зависимостях «доза–ответ» (референтные уровни воздействия, факторы канцерогенного потенциала); ранжирование химических веществ с учетом полученных ориентиро-

вочных значений канцерогенных и неканцерогенных рисков; составление окончательного перечня приоритетных химических соединений, подлежащих дальнейшей оценке.

4.6.3. Всесторонняя оценка риска воздействия на здоровье человека всех потенциально вредных веществ хотя и желательна, но реально неосуществима 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 ограниченного числа (обычно до 30) приоритетных (индикаторных) веществ, которые наилучшим образом характеризуют реальный риск для здоровья населения, проживающего на исследуемой территории.

4.6.4. Ведущими критериями для выбора приоритетных (индикаторных) загрязняющих веществ являются их токсические свойства, распространенность в окружающей среде и вероятность их воздействия на человека: количество вещества, поступающее в окружающую среду; численность населения, потенциально подверженного воздействию; высокая стойкость (персистентность) вещества в объекте окружающей среды; 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).

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

- отсутствие результатов измерений концентраций вещества или ненадежность имеющихся данных при невозможности в рамках проекта ориентировочно оценить уровни экспозиции;
- концентрация неорганического соединения (железа, кальция и др.) ниже естественных фоновых уровней;
- вещество обнаружено только в одной или двух средах, 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 (путем анализа зависимостей «химическая структура–биологическая активность», экстраполяции с других путей поступления в организм или другой продолжительности воздействия и др.);
- концентрация эссенциального элемента находится в пределах его рекомендуемого суточного поступления.

4.6.6. Существенное сужение перечня анализируемых химических соединений может резко искажать 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.

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

т. к. ряд гигиенических нормативов в атмосферном воздухе и в воде нуждаются в корректировке из-за высоких значений потенциального канцерогенного риска на уровне ПДК. Гигиенические нормативы в атмосферном воздухе, предназначенные для коротких периодов усреднения (среднесуточные ПДК), нуждаются в обосновании правомерности использования их для длительных периодов усреднения (среднегодовые ПДК). Значительное число нормативов в атмосферном воздухе, установленных по рефлекторному эффекту (38 % веществ), и в воде, установленных по органолептическому или общесанитарному показателю вредности (67 % веществ), не отражают прямые токсические эффекты на здоровье, используемые при оценке риска.

4.6.8. Приоритетность химических соединений оценивается также на основании принадлежности к отечественным, зарубежным и международным 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 (ТЭЦ, мусоросжигательные заводы, нефтеперерабатывающие предприятия и др.) и автотранспорта. Основные отечественные и международные перечни приоритетных и опасных химических веществ обобщены в компьютерной системе, разработанной в ГУ НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина РАМН. Сведения о приоритетности анализируемых веществ могут быть получены также в Российском регистре потенциально опасных химических и биологических веществ. В качестве примера приведен перечень типичных загрязнений атмосферного воздуха крупных городов.

4.6.9. В процессе идентификации опасности при отборе химических соединений для дальнейших исследований необходимо регистрировать все первоначально включенные и в последующем исключенные химические соединения в сводную таблицу 4.6.

Таблица 4.6

Химические вещества, проанализированные на этапе идентификации опасности

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

4.7. Методы ранжирования химических соединений

4.7.1. Целью ранжирования химических веществ на этапе идентификации опасности является обоснование перечня химических веществ для последующей оценки риска, оптимально соответствующего задачам исследования и имеющимся материальным ресурсам. Повторное ранжирование химических веществ проводится на этапе характеристики риска, однако в этом случае его целью является выявление приоритетных источников риска, наиболее поражаемых органов и систем, составление короткого списка «индикаторных веществ» для целей мониторинга риска на анализируемой территории или оценки эффективности управленческих решений по его снижению.

4.7.2. С целью предварительного ранжирования химических веществ используются: сведения об объемах поступлений в окружающую среду и численности населения; результаты моделирования рассеивания загрязнений (при наличии соответствующих автоматизированных программных комплексов) и особенностей поведения в окружающей среде; имеющиеся данные мониторинга содержания химических соединений в различных объектах окружающей среды; данные о вредных эффектах, вызываемых химическим веществом; значения референтных уровней воздействия (гигиенические нормативы, референтные дозы и концентрации, региональные уровни минимального риска и целевые концентрации); принадлежность химического вещества к перечням приоритетных опасных или особо регулируемых химических соединений.

4.7.3. На этапе идентификации опасности используется метод предварительного ранжирования потенциальных канцерогенов по величине суммарной годовой эмиссии и весового коэффициента канцерогенного эффекта (Wc), устанавливаемого в зависимости от значений фактора канцерогенного потенциала и группы канцерогенности по классификации МАИР или соответствующие им группы по классификации U.S. EPA. Определение индекса сравнительной канцерогенной опасности (HRIc) представлено в формуле 4.1 и табл. 4.7.

$$HRIc = E \times Wc \times P/10\,000, \text{ где} \qquad (4.1)$$

HRIc – индекс сравнительной канцерогенной опасности;
Wc – весовой коэффициент канцерогенного эффекта;
P* – численность популяции;
E** – величина условной экспозиции (т/год).

Примечание. Единицы измерения параметров, входящих в формулу, должны быть одинаковыми для всех сопоставляемых химических веществ. * – при очень выраженных различиях в численности населения на сравниваемых территориях, значения P следует представлять в баллах: < 1 000 чел. – 1 балл, 1 000—100 000 чел. – 2 балла, 100 000—10 000 000 чел. – 3 балла, > 10 000 000 чел. – 4 балла. ** – при сравнении опасности загрязнений различных объектов окружающей среды, величину E следует представлять в баллах: поступление в количестве < 10 т/год – 1 балл, 10—100 – 2 балла, 100—1 000 – 3 балла, 1 000—10 000 – 4 балла, >10 000 – 5 баллов.

Таблица 4.7

Весовые коэффициенты для оценки канцерогенных эффектов (Wc)

Фактор канцерогенного потенциала, мг/кг	Группа канцерогенности по классификации U.S. EPA	
	A/B	C
< 0,005	10	1
0,005—0,05	100	10
0,05—0,5	1 000	100
0,5—5	10 000	1 000
5—50	100 000	10 000
> 50	1 000 000	1 000 000

Примечание: A/B – вещества, канцерогенные или вероятно канцерогенные для человека (группы 1—2 по классификации Международного Агентства по изучению рака), C – возможные канцерогены для человека (вещества, канцерогенные для лабораторных животных).

4.7.4. 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 4.2 и табл. 4.8.

$$HRI = E \times TW \times P/10\,000, \text{ где} \qquad (4.2)$$

HRI – индекс сравнительной неканцерогенной опасности;
TW – весовой коэффициент влияния на здоровье;
P* – численность популяции;
E** – величина условной экспозиции (т/год).
Примечание аналогично примечанию к формуле 4.1.

Таблица 4.8

Весовые коэффициенты для оценки неканцерогенных эффектов

Референтная (безопасная) доза, мг/кг	Референтная (безопасная) концентрация, мг/м^3	Весовой коэффициент
< 0,00005	< 0,000175	100 000
0,00005—0,0005	0,000175—0,00175	10 000
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 усреднения экспозиции (например, референтные концентрации для условий острого, подострого и хронического воздействия).

4.7.5. Результаты оценки приоритетности и ранжирования с использованием вышеизложенного метода представляются в формате рекомендуемой табл. 4.9.

Таблица 4.9

Таблица для выделения приоритетных загрязнителей

№№ п/п	Код	Наименование веществ	CAS	ПДВ, т/год	ПДКсс	Референтная концентрация	Канцерогенная опасность (по группе МАИР*)	Фактор канцерогенного потенциала, SF	Индекс сравнительной опасности, HRI	Коэффициент канцерогенной опасности, HRIc	Ранг по неканцерогенному действию	Ранг по канцерогенной опасности

*МАИР – Международное Агентство Исследования Рака.

4.7.6. С использованием величин индексов сравнительной опасности отдельно ранжируются списки канцерогенов и неканцерогенов. Результаты оценки приоритетности и ранжирования потенциально опасных для здоровья химических веществ следует вносить в итоговую табл. 4.10.

Таблица 4.10

Химические вещества, включенные в последующую оценку риска

Вещество	CAS	Принадлежность к перечням приоритетных и особо опасных веществ				Ранг	
						канцерогены	неканцерогены

4.8. Характеристика неопределенности идентификации опасности

4.8.1. Обязательным этапом идентификации опасности является оценка неопределенностей, т. е. достаточно полное описание всех ошибок, неточностей, недостаточно

надежных предположений и заключений, которые могут отразиться на конечных результатах характеристики риска и формулируемых выводах.

4.8.2. 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; слабая доказательность или отсутствие данных о вредных эффектах у человека.

4.8.3. Идентификация опасности должна включать критический обзор каждого отдельного результата и всей базы данных, имеющих отношение к токсичности анализируемого вещества, с выводами о токсичности для экспонируемых человеческих популяций и возможности использования для предсказания токсических эффектов у человека данных, полученных на животных.

4.8.4. По завершении этапа идентификации опасности для каждого из отобранных веществ должны быть установлены наиболее важные вредные эффекты (критические органы/системы, виды критических эффектов); оценена весомость имеющихся доказательств; дана характеристика процессов абсорбции, распределения, выведения и метаболизма химического соединения; оценена релевантность (соответствие) имеющихся данных для человека, включая потенциально чувствительные подгруппы населения; проведен критический анализ сделанных предположений и допущений.

4.8.5. Информация, собранная и проанализированная на этапе идентификации опасности, в дальнейшем используется для оценки зависимости «доза (концентрация)–ответ» и планирования исследований по оценке экспозиции.

5. Оценка зависимости «доза–ответ»

5.1. Общие положения

5.1.1. Оценка зависимости «доза–ответ» – это процесс количественной характеристики токсикологической информации и установления связи между воздействующей дозой (концентрацией) загрязняющего вещества и случаями вредных эффектов в экспонируемой популяции.

5.1.2. Анализ зависимости «доза–ответ» предусматривает установление причинной обусловленности развития вредного эффекта при действии данного вещества, выявление наименьшей дозы, вызывающей развитие наблюдаемого эффекта, и определение интенсивности возрастания эффекта при увеличении дозы.

5.1.3. Международная методология оценки риска предполагает, 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 пороговых уровней, ниже которых вредные эффекты не возникают.

5.1.4. Целью данного этапа является обобщение и анализ всех имеющихся данных о гигиенических нормативах, безопасных уровнях воздействия (референтных дозах и концентрациях), критических органах/системах и вредных эффектах, а также оценка применимости этих данных для решения задач, поставленных в проекте по оценке риска.

5.1.5. На данном этапе осуществляется совместный анализ качественных данных о показателях опасности анализируемого химического соединения, полученных в процессе идентификации опасности, и сведений о количественных параметрах зависимостей «концентрация (доза)–ответ».

5.1.6. Оценка риска сугубо конкретна и оценивает риск развития конкретных вредных эффектов и/или степень правдоподобия поражения определенных органов и систем организма человека.

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

5.1.8. Характеристиками зависимости «доза–ответ», которые наиболее часто используются для оценки канцерогенного риска, а также рисков для здоровья при воздействии некоторых наиболее распространенных химических загрязнений, достаточно подробно изученных в эпидемиологических исследованиях, являются: величина наклона зависимости, отражающая возрастание вероятности развития вредной реакции при увеличении дозы (концентрации) на 1 мг/кг или 1 мг/м^3; уровень воздействия, связанный с определенной вероятностью эффекта (показатели этой группы применяются для установления реперных, т. е. опорных доз и концентраций). Для характеристики риска развития неканцерогенных эффектов наиболее часто используются такие показатели зависимостей «доза–ответ», как максимальная недействующая доза и минимальная доза, вызывающая пороговый эффект (для неканцерогенов и канцерогенов, обладающих негенотоксическим механизмом действия). Эти показатели являются основой для установления уровней минимального риска – референтных доз (RfD) и концентраций (RfC) химических веществ. Их применение характеризует правдоподобие отсутствия вредных реакций. Превышение референтной (безопасной) дозы не обязательно связано с развитием вредного эффекта: чем выше воздействующая доза, и чем больше она превосходит референтную, тем выше вероятность появления вредных ответов. Однако оценить эту вероятность при данном методическом подходе не возможно. В связи с этим итоговые характеристики оценки экспозиции на основе референтных доз и концентраций получили название коэффициенты и индексы опасности (HQ, HI). Слово «опасность» в названиях этих характеристик подчеркивает их отличие от традиционного понятия о риске, как количественной меры вероятности развития вредного эффекта.

5.2. Параметры для оценки неканцерогенного риска

5.2.1. В методологии оценки риска в качестве параметров для оценки неканцерогенного риска используются референтные уровни воздействия (референтные дозы и концентрации), а также параметры зависимости «концентрация–ответ», полученные в эпидемиологических исследованиях.

5.2.2. При оценке риска развития неканцерогенных эффектов, как правило, исходят из предположения о наличии порога вредного действия, ниже которого вредные эффекты не развиваются. Однако для отдельных загрязнений окружающей среды наличие данного порога не доказано (например, взвешенные вещества).

5.2.3. Критерии установления пороговых доз/концентраций приведены в отечественных методических указаниях по установлению предельно допустимых концентраций химических веществ в различных объектах окружающей среды, а также в зарубежных руководствах.

5.2.4. Принцип установления референтных уровней воздействия представлен на рис. 5.1.

5.2.5. При отсутствии референтной концентрации в качестве ее эквивалента возможно применение предельно допустимых концентраций (ПДК) или максимальных недействующих доз (МНД) и концентраций (МНК), установленных по прямым эффектам на здоровье: в воде водоемов – по санитарно-токсикологическому признаку вредности,

в атмосферном воздухе населенных мест – по резорбтивным и рефлекторно-резорбтивным эффектам.

5.2.6. При оценке зависимости «доза (концентрация)–ответ» приоритет имеют результаты, полученные путем эпидемиологических и клинических наблюдений.

5.2.7. Различают четыре вида оценки эффекта: добавочный (атрибутивный) риск, относительный риск, добавочный популяционный риск, добавочная доля популяционного риска. При анализе результатов исследований «случай–контроль» используют показатель отношения шансов.

Относительный риск (RR) представляет собой отношение риска возникновения какого-либо заболевания у лиц, подвергавшихся воздействию изучаемого фактора, к риску заболевания у лиц, не подвергавшихся этому воздействию. Относительный риск, близкий к единице, свидетельствует об отсутствии влияния исследуемого фактора на развитие заболевания. Чем больше величина риска превышает единицу, тем более сильное влияние данный фактор оказывает на риск возникновения нарушений состояния здоровья.

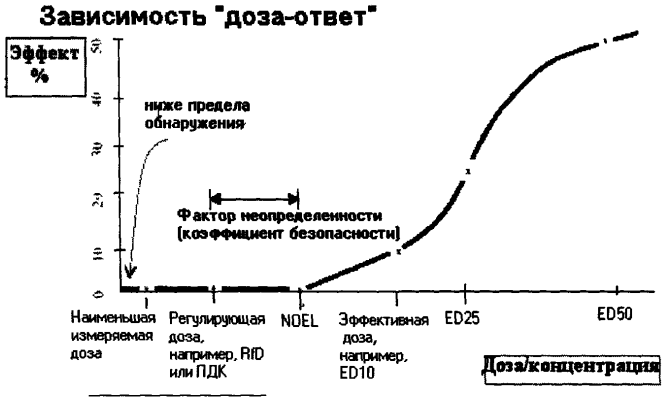

Рис. 5.1. Установление референтного уровня воздействия на основе пороговой или недействующей дозы.

Атрибутивный (добавочный) риск (AR) определяет долю риска, обусловленного воздействием изучаемых факторов окружающей среды, и представляет собой вероятность развития заболевания или другого нарушения здоровья (в % от общего числа этих заболеваний или нарушений здоровья на данной территории), связанную с исследуемым фактором. Если допустить, что исходная заболеваемость связана с другими причинами, то добавочный риск – это дополнительные случаи развития заболевания, обусловленные воздействием фактора риска.

Для построения моделей «доза (концентрация)–ответ» наиболее часто используются показатели относительного риска или отношения шансов. Вид модели определяется видом и задачами эпидемиологического исследования, но в большинстве случаев в качестве такой модели выбирается логит-модель.

Для простоты расчетов риска зависимости концентрация-ответ нередко характеризуют в виде прироста относительного риска или в виде относительного изменения анализируемого показателя здоровья (например, в %) при возрастании концентрации химического соединения на 10 мкг/м^3.

Параметры для расчета риска, полученные в эпидемиологических исследованиях, могут также представляться в виде единичного эпидемиологического риска – риска на 1 мкг/м^3.

5.2.8. Показатели, полученные в эпидемиологических исследованиях, дают возможность оценки риска по широкому спектру нарушений состояния здоровья человека (табл. 5.1).

При выборе параметров зависимости «концентрация–ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях, приоритет следует отдавать показателям, рекомендуемым международными или правительственными организациями и издаваемым в установленном порядке Министерством здравоохранения и социального развития Российской Федерации, как дополнение к настоящему руководству.

Таблица 5.1

Примеры зависимостей «концентрация–ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях

Вещество	Эффект
Взвешенные вещества	Общая смертность Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний Смертность от заболеваний органов дыхания Число детей и подростков, страдающих бронхитом (возраст менее 18 лет) Частота симптомов со стороны верхних отделов дыхательных путей Частота симптомов со стороны нижних отделов дыхательных путей Частота кашля (человеко-дни) Обращаемость по поводу респираторных заболеваний Частота обострения бронхиальной астмы
Азот диоксид	Увеличение частоты случаев появления симптомов со стороны верхних дыхательных путей у детей Увеличение продолжительности периодов обострения заболеваний верхних дыхательных путей у детей Увеличение частоты заболеваний нижних дыхательных путей у детей
Сера диоксид	Дополнительная смертность Смертность от сердечно-сосудистых заболеваний Смертность от заболеваний органов дыхания Увеличение госпитализации и/или обращаемости за скорой медицинской помощью по поводу респираторных заболеваний лиц в возрасте 65 лет и более Увеличение числа приступов астмы у астматиков
Углерод оксид	Процентное изменение содержания карбоксигемоглобина в крови Частота госпитализации и/или обращаемости по поводу заболеваний сердца (в возрасте 65 лет и более) Изменение частоты приступов у некурящих больных стенокардией в возрасте 35—37 лет, процентное уменьшение продолжительности межприступного периода
Свинец	Концентрация свинца в крови плода, детей, мужчин, женщин Снижение интеллекта у детей Неонатальная смертность Гипертензии Заболевания коронарных сосудов сердца Инсульт Преждевременная смерть вследствие гипертензии
Озон	Приступы астмы Незначительное ограничение дневной активности Госпитализация по поводу респираторных заболеваний
Кадмий	Концентрация кадмия в биосубстратах Нефропатия Смертность от заболеваний почек

5.2.9. В оценке неопределенностей при применении критериев, полученных в эпидемиологических исследованиях, важнейшее значение имеет проверка соответствия данных исследований и полученных результатов основополагающим признакам нали-

чия причинно-следственной связи между воздействием и нарушениями состояния здоровья. Для оценки риска правомерно использовать только критерии, полученные в корректно проведенных эпидемиологических исследованиях и рекомендованные международными или национальными организациями.

5.2.10. Более подробные сведения о применении результатов эпидемиологических исследований при оценке риска приведены в ряде публикаций (Новиков С. М., Шашина Е. А. и др., 2001; Онищенко Г. Г. и соавт., 2002).

5.3. Применение референтных уровней воздействия

5.3.1. Рекомендуемые значения референтных доз и концентраций с указанием критических органов и/или систем, источников информации представлены в прилож. 2.

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

$$RfDd = RfDo \times GIABS, \text{ где} \qquad (5.1)$$

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

RfDo – референтная доза при хроническом пероральном поступлении, мг/кг. Сведения об источниках информации о значениях GIABS приведены в книге Г. Г. Онищенко с соавт. «Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (М., 2002).

5.3.2. Для оценки риска при кратковременных воздействиях химических веществ безопасные уровни для здоровья дифференцированы по продолжительности экспозиции, контингенту экспонируемых лиц, а также тяжести возможных неблагоприятных последствий для здоровья человека. Безопасные уровни кратковременных воздействий направлены на предупреждение смертельных исходов, развития острых отравлений различной степени тяжести или неприятных субъективных ощущений при непродолжительном, но интенсивном загрязнении окружающей среды, обусловленном неблагоприятными метеорологическими условиями (смоги, токсические туманы), аварийными нештатными ситуациями, а также залповыми выбросами, сбросами и проливами токсичных веществ в высоких концентрациях на опасных производствах. Эти уровни обычно разрабатываются для условий кратковременного непрерывного химического воздействия с продолжительностью от 5—30 мин до 6—8 и 24 ч. При этом предполагается, что повторное острое воздействие на население недопустимо, или время его возможного наступления многократно превышает продолжительность восстановительного периода. Рядом зарубежных организаций разрабатываются также референтные и аварийные уровни воздействия для условий подострого воздействия (Онищенко Г. Г. и соавт., 2002). Уровни острых воздействий дифференцируются с учетом тяжести возможных нарушений состояния здоровья (рис. 5.2).

В прилож. 2 приведены только сведения о рекомендуемых значениях референтных уровней острых ингаляционных воздействий на население (ARfC) – максимальных концентрациях, не вызывающих вредных для здоровья эффектов у большинства чувствительных индивидуумов при регламентированном времени усреднения экспозиции.

5.3.3. В отношении ряда химических веществ (например, озона, взвешенных частиц, диоксида серы и др.) оценка риска для здоровья, связанного с их кратковременными воздействиями, может осуществляться с применением показателей зависимости «концентрация–ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях.

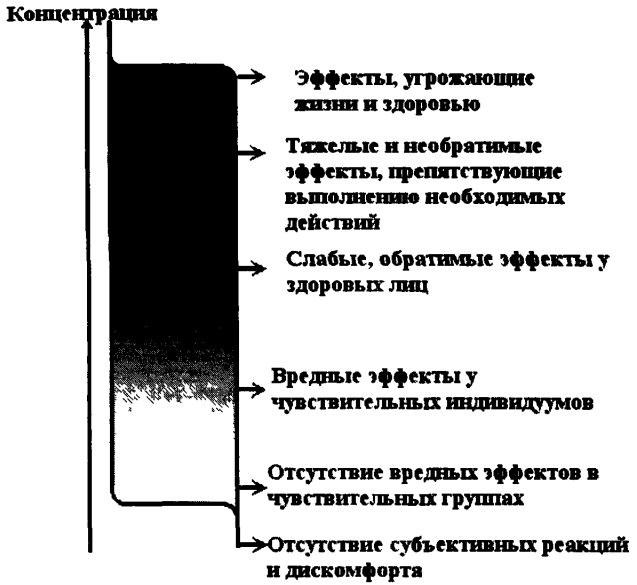

Рис. 5.2. Градации тяжести эффектов, используемые при установлении критериев для оценки острых воздействий химических веществ.

5.4. Параметры для оценки канцерогенного риска

5.4.1. Канцерогенез – многостадийный процесс, включающий три основные стадии: инициация (мутационные процессы в клетке), промоция (преобразование инициированных клеток в опухолевые) и прогрессия (приобретение клетками свойств злокачественности).

5.4.2. Механизм канцерогенного действия может быть связан как с прямым повреждением генома (генотоксические канцерогены), так его опосредованным повреждением (эпигенетические канцерогены). Предполагается, что действие генотоксических канцерогенов не имеет порога канцерогенного действия. Негенотоксические канцерогены могут обладать порогом вредного действия, ниже которого канцерогенного риска не возникает.

5.4.3. Оценка зависимости «доза–ответ» у канцерогенов с беспороговым механизмом действия осуществляется путем линейной экстраполяции реально наблюдаемых в эксперименте или в эпидемиологических исследованиях зависимостей в области малых доз и нулевого канцерогенного риска. Пример зависимости «доза–ответ» для канцерогена с беспороговым механизмом действия приведен на рис. 5.3.

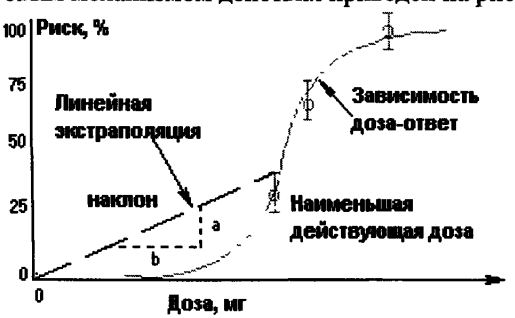

Рис. 5.3. Зависимость «доза–ответ» для химического канцерогена.

5.4.4. Основной параметр для оценки канцерогенного риска воздействия канцерогенного агента с беспороговым механизмом действия – фактор канцерогенного потенциала (CPF) или фактор наклона (SF), характеризующий степень нарастания канцерогенного риска с увеличением воздействующей дозы на одну единицу. Фактор наклона имеет размерность $(мг/(кг \times день))^{-1}$. Этот показатель отражает верхнюю, консервативную оценку канцерогенного риска за ожидаемую продолжительность жизни человека (70 лет). Значения SF устанавливаются раздельно для ингаляционного (SFi) и перорального (SFo) 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 прилож. 2.

5.4.5. 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 мкг/м^3 (атмосферный воздух) или 1 мкг/л (питьевая вода).

5.4.6. Единичный риск рассчитывается с использованием величины SF и стандартных значений массы тела человека (70 кг), суточного потребления воздуха (20 м^3/сут.) и питьевой воды (2 л/сут.) (формулы 5.2 и 5.3):

$$URi\ [м^3/мг] = SFi\ [(кг \times сут.)/(мг)] \times 1/70\ [кг] \times 20\ [м^3/сут.] \quad (5.2)$$

$$URo\ [мг/л] = SFo\ [(кг \times сут.)/(мг)] \times 1/70\ [кг] \times 2\ [л/сут.] \quad (5.3)$$

5.4.7. В настоящее время имеются лишь единичные данные о значениях SF для накожного пути поступления химических веществ (SFd). В международно признанной методологии оценки риска величина SFd для накожного воздействия рассчитывается исходя из значений коэффициента абсорбции в желудочно-кишечном тракте (GIABS) и величины SFo, полученной при пероральном введении химического канцерогена. В основе данного подхода лежит расчет абсорбированной дозы и предположение о биологической эквивалентности абсорбированных доз при перкутанном и пероральном путях поступления:

$$SFd = SFo/GIABS \quad (5.4)$$

5.5. Выбор параметров зависимости «доза–ответ» для оценки риска. Анализ неопределенностей

5.5.1. Выбор параметров для последующего расчета риска во многом определяется целью и задачами исследований. Обоснование показателей, использующихся для оценки риска, осуществляется на основе новейших и наиболее достоверных данных о влиянии химических веществ на здоровье человека.

5.5.2. Основными источниками неопределенностей, которые могут иметь место при проведении оценки зависимости «доза/концентрация–ответ», являются неопределенности:

- связанные с установлением референтного уровня воздействия;
- обусловленные переносом результатов эпидемиологических исследований на оцениваемую экспонируемую популяцию;
- связанные с установлением степени доказанности канцерогенного эффекта у человека;
- в определении критических органов/систем и вредных эффектов;
- связанные с незнанием механизмов взаимодействия компонентов смесей химических веществ или особенностей токсикокинетики и токсикодинамики при разных путях поступления вредного вещества в организм и при одновременном его поступлении разными путями.

6. Оценка экспозиции

6.1. Общие положения

6.1.1. Оценка экспозиции (воздействия) представляет собой один из важнейших и, как правило, наиболее точных из всех четырех этапов исследования риска. Оценка воздействия – это междисциплинарное направление исследований, которое требует комплексного участия специалистов разного профиля: гигиенистов, токсикологов, эпидемиологов, химиков, профпатологов, клиницистов, метеорологов, математиков, инженеров, а также ученых в области социальных дисциплин. Оценка воздействия, наравне с эпидемиологическими и токсикологическими исследованиями, является определяющей при установлении риска для здоровья загрязнения окружающей среды и зависимостей «доза–ответ».

6.1.2. Экспозиция (воздействие) – контакт организма (рецептора) с химическим, физическим или биологическим агентом. Величина экспозиции определяется как измеренное или рассчитанное количество агента в конкретном объекте окружающей среды, находящееся в соприкосновении с так называемыми пограничными органами человека (легкие, пищеварительный тракт, кожа) в течение какого-либо точно установленного времени. Экспозиция может быть выражена как общее количество вещества в окружающей среде (в единицах массы, например, мг), или как величина воздействия – масса вещества, отнесенная к единице времени (например, мг/день), или как величина воздействия, нормализованная с учетом массы тела мг/(кг×день).

6.1.3. Оценка экспозиции является этапом оценки риска, в процессе которого устанавливается количественное поступление агента (химического, физического, биологического) в организм разными путями (ингаляционным, пероральным, накожным) в результате контакта с различными объектами окружающей среды (воздух, вода, почва, продукты питания).

6.1.4. Оценка экспозиции заключается в измерении или определении (качественном и количественном) выраженности, частоты, продолжительности и путей воздействия химических соединений, находящихся в окружающей среде. Оценка экспозиции описывает также природу воздействия, размеры и характер экспонируемых популяций.

6.1.5. Наиболее важными шагами при оценке экспозиции являются: определение маршрутов воздействия; идентификация той среды, которая переносит загрязняющее вещество; определение концентраций загрязняющего вещества; определение времени, частоты и продолжительности воздействия; идентификация подвергающейся воздействию популяции.

6.1.6. На этапе оценки экспозиции проводится окончательное уточнение сценария воздействия, характеризующего путь (движение) вещества от места его образования до точки воздействия на человека. С учетом выбранного сценария осуществляется анализ имеющихся данных об уровнях воздействия химических веществ на человека – концентрациях вещества во всех средах в анализируемой точке воздействия. Сценарий воздействия составляется исходя из целей проекта и концептуальной модели исследуемой территории.

6.1.7. Полный сценарий экспозиции, отражающий воздействие на население в реальных условиях, включает оценку поступления химических веществ в организм человека одновременно из разных сред (атмосферный воздух, питьевая вода, вода поверхностного водоема, почва, продукты питания) различными путями (пероральный, ингаляционный, накожный). Такой тип экспозиции характеризуется как многосредовое и комплексное воздействие.

6.1.8. Количественная характеристика многосредового риска позволяет разработать оптимальные управленческие решения по его снижению на основе оценки всех

контактирующих сред и путей поступления с учетом их долевого вклада в уровни воздействия на человека.

6.1.9. В зависимости от цели проекта, сценарий воздействия может предусматривать оценку поступления химических веществ только из одной среды (например, атмосферного воздуха, воздуха помещений, питьевой воды, продуктов питания и т. д.) и одним путем (например, ингаляционным). В некоторых случаях сценарий воздействия может ограничиваться оценкой поступления вредных агентов от определенных источников выбросов (например, только стационарные источники/промышленные предприятия или автотранспорт).

6.1.10. Во всех случаях, с целью создания наиболее благоприятных условий для последующего процесса управления риском, на стадии оценки экспозиции обязательным является выявление: конкретного места контакта человека с вредным агентом; относительного вклада каждого специфического источника загрязнения этим агентом в данном месте; факторов окружающей среды, влияющих на характер воздействия, что позволяет обеспечить эффективные и рациональные мероприятия по снижению риска.

6.1.11. Оценка экспозиции может рассматривать прошлые, настоящие и будущие воздействия с различными параметрами для каждой фазы, т. е. моделирование будущих, измерение настоящих и анализ суммирования биологических эффектов для прошлых воздействий.

6.1.12. В целом, на этапе оценки экспозиции проводится анализ: источников загрязнения окружающей среды; механизмов образования и поступления загрязнителей; транспорта, накопления и трансформации химических веществ в различных объектах внешней среды; воздействующих на человека сред и путей поступления химических веществ из каждой воздействующей среды; концентраций загрязняющих веществ или продуктов их трансформации в различных средах в точке воздействия на человека (месте его пребывания); а также населения и его чувствительных подгрупп, потенциально подверженных изучаемому воздействию.

6.1.13. Определение экспозиции является составной частью не только оценки риска, но и процесса управления риском, потому что позволяет установить:

- Распределение концентраций во времени и пространстве в различных объектах окружающей среды.
- Популяции или субпопуляции 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 загрязнителей в окружающую среду, пути распространения вредных веществ и пути поступления в организм человека.
- Соответствие применяемых мер по снижению загрязнения достижению безопасных для здоровья уровней.

6.1.14. Процесс оценки экспозиции обычно состоит из трех основных этапов.

Первый этап – характеристика окружающей обстановки, которая предусматривает анализ основных физических параметров исследуемой области и характеристику популяций, потенциально подверженных воздействию.

Второй этап – идентификация маршрутов воздействия, источников загрязнения, потенциальных путей распространения и точек воздействия на человека.

Третий этап – количественная характеристика экспозиции предусматривает установление и оценку величины, частоты и продолжительности воздействий для каждого анализируемого пути, идентифицированного на втором этапе. Наиболее часто этот этап состоит из двух стадий: оценки воздействующих концентраций и расчета поступления.

6.2. Характеристика зоны воздействия

6.2.1. На первом этапе оценки экспозиции проводится подробное описание физической среды и детализированная историческая характеристика исследуемой территории. Необходимые данные для анализа должны включать информацию о топографии, гидрогеологии, растительном и животном мире, земельных ресурсах и их использовании, хозяйственной деятельности человека. Исторический обзор должен содержать сведения о сельскохозяйственной, промышленной, коммерческой деятельности, характеристике селитебных зон.

6.2.2. Характеристика физической среды включает в себя анализ следующих свойств и показателей:

- климат (температурный режим, количество осадков, относительная влажность, особенности топографии, высота местности, количество дней с устойчивым снежным покровом, процесс циркуляции воздушных масс и т. д.);
- метеоусловия (например, скорость и направление ветра, повторяемость штилей, туманов, приземных инверсий температуры и др.);
- геологическое строение;
- растительность (например, травяной покров, древесная растительность и др.);
- тип почвы (например, кислый, основной, органический, песчаный и др.);
- гидрологию подземных водных источников (например, глубина, направление и тип водного потока);
- места расположения и описание поверхностных водоемов (например, тип, скорость течения воды, соленость и др.).

6.2.3. На основании характеристик физической среды исследуемой области и анализа исторических данных использования земельных ресурсов делается предварительное заключение о потенциальных путях вредного воздействия, имея в виду все взаимодействующие среды и факторы окружающей среды – почву, подземные и поверхностные воды, осадки, воздушную среду, биоту, а также возможный транспорт вредного вещества из одной среды в другую.

6.2.4. Характеристика населения, потенциально подверженного воздействию на исследуемой территории и вблизи от нее, предусматривает анализ мест проживания (локализация и расстояние от источника загрязнения окружающей среды), видов деятельности, выявление чувствительных подгрупп.

6.2.5. В анализ следует включать все группы популяции, потенциально подверженные воздействию исследуемых факторов, даже если они проживают вдали от источника загрязнения (например, население, потребляющее загрязненную водопроводную воду или продукты питания, выращенные на загрязненной почве). Кроме того, в анализ следует включать и население, которое может подвергаться воздействиям в будущем, например, в результате миграции химических веществ из загрязненной зоны.

6.2.6. Оценка человеческой деятельности обычно проводится по следующей схеме.

- Определение времени, которое потенциально экспонируемая популяция проводит в загрязненной зоне. Например, если популяция отнесена к производственному сценарию воздействия, то разумной максимальной оценкой ежедневного периода экспозиции является величина – 8 ч (типичный рабочий день). Если же популяция отнесена к сценарию жилой зоны, то максимальная дневная экспозиция может быть принята равной 24 ч.
- Определение времени, которое потенциально экспонируемая популяция проводит в помещении, на открытой местности, в транспорте и т. д. с учетом характера деятельности человека в течение суток. Например, служащие могут проводить практически

весь свой рабочий день в помещении, в то время как строительные рабочие большую часть времени находятся на открытой местности.

- Определение зависимости человеческой деятельности от сезона года.
- Определение возможности временного или постоянного нахождения населения в загрязненной зоне. Например, дети могут играть вблизи загрязненной зоны, а население жилых районов может периодически входить в эту зону или пересекать ее.
- Идентификация любых специфичных для исследуемой зоны характеристик популяции, которые могут влиять на экспозицию. Например, если загрязненная зона расположена вблизи мест ловли рыбы, то потенциально экспонируемая популяция вероятнее всего может потреблять значительно больше загрязненных рыбных продуктов, чем популяция, проживающая вдали от данного водоема.

6.2.7. Входные параметры (факторы, дескрипторы экспозиции), используемые в уравнениях для расчетов экспозиций, по возможности, должны отражать специфические, региональные особенности изучаемых популяций и принятых сценариев воздействия. В случае отсутствия или невозможности их получения применяются стандартные (принимаемые «по умолчанию») факторы экспозиции (прилож. 1).

6.2.8. При анализе информации об исследуемой зоне следует выявить все субпопуляции, которые могут иметь повышенный риск химических воздействий, обусловленный их повышенной чувствительностью, особенностями деятельности и/или предшествующими воздействиями от других источников.

6.2.9. Наиболее чувствительными к действию химических веществ субпопуляциями в ряде случаев могут являться новорожденные и дети, лица пожилого возраста, беременные и кормящие женщины, а также больные хроническими заболеваниями.

6.2.10. Субпопуляции, подверженные повышенному риску, вследствие особенностей их деятельности и активности, обычно включают детей (в частности, из-за возможности их контакта с почвой), лиц, которые могут в относительно больших количествах потреблять рыбу, пойманную в местных водоемах, или выращенные в данной местности продукты питания (например, овощи).

6.2.11. Субпопуляции повышенного риска, связанного с предшествующими воздействиями, включают индивидуумов, контактировавших с химическими веществами на производстве, а также лиц, ранее проживавших на загрязненных территориях.

6.2.12. Выявление субпопуляций, требующих повышенного внимания, проводится на основе установления места расположения в исследуемой зоне школ, детских дошкольных учреждений, больниц и поликлиник, жилых зон, мест отдыха и рыбной ловли, основных промышленных и сельскохозяйственных объектов.

6.2.13. Для сценариев жилых районов при оценке риска требуется учитывать воздействие на детей: отдельно до 6 лет, от 6 лет до 18 лет; и на взрослых – от 18 лет и старше. В случае возможного поступления химических веществ в организм ребенка с молоком матери целесообразно дополнительно оценивать воздействие на грудных детей (0—1 год).

6.2.14. Выделение возрастных групп, соответствующих важным периодам жизни отдельной когорты, необходимо для оценки риска возможного длительного воздействия на одну и ту же популяцию от детского возраста до старости.

6.3. Пути распространения химических веществ в окружающей среде и их воздействие на человека

6.3.1. Маршрут воздействия/путь химического вещества

6.3.1.1. Маршрут воздействия, который описывает движение химического вещества от источника его поступления в окружающую среду до подвергающегося воздей-

ствию индивидуума, является обязательной составной частью любого сценария экспозиции.

6.3.1.2. Основной задачей анализа пути воздействия является установление связи между источниками выброса загрязнителей, их месторасположением, способами попадания химических веществ в окружающую среду и местами расположения различных популяций населения и их деятельностью.

6.3.1.3. Маршрут воздействия/путь химического вещества описывает механизм, посредством которого индивидуум или популяция подвергаются воздействию химического вещества, точку воздействия и путь поступления. Каждый путь характеризует механизм воздействия исследуемых факторов на население, связанных с определенными источниками загрязнения окружающей среды.

6.3.1.4. Если точка воздействия отдалена от источника, то маршрут воздействия включает в себя также транспортную (в случае межсредовых переходов) и воздействующую среды.

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

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

- источник и механизм поступления химического вещества в окружающую среду;
- воспринимающая (первично загрязняемая), транспортирующая и воздействующая среды;
- место потенциального контакта человека с загрязненной окружающей средой (точка воздействия/рецепторная точка);
- пути поступления при контакте человека с химическим веществом – пероральный, ингаляционный, кожная абсорбция при потреблении воды, продуктов питания, дыхании и через кожные покровы.

6.3.2. Основные источники поступления химических веществ в окружающую среду

6.3.2.1. К источникам поступления химических веществ в окружающую среду относятся такие процессы, как производство/получение, очищение, обработка, вывоз, хранение, транспортировка, самопроизвольное/случайное получение (в результате побочных реакций) вещества и естественные источники.

6.3.2.2. 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.

6.3.2.3. 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.

6.3.3. Процессы переноса, накопления и трансформации химических веществ в окружающей среде. Межсредовое распределение

6.3.3.1. Вещество, однажды попавшее в окружающую среду, может переноситься в неизмененном виде или трансформироваться в ходе физических процессов (испарение, абсорбция/десорбция), претерпевать химические трансформации, такие как фо-

толиз, гидролиз, окисление или восстановление, подвергаться биотрансформации (биодеградация или аккумуляция в одной или нескольких средах).

6.3.3.2. В обобщенном виде эти процессы могут быть представлены следующим образом:

- транспорт (перенос химического вещества и его межсредовые переходы);
- физическая трансформация (например, испарение, осаждение);
- химическая трансформация (фотолиз, гидролиз, окисление, восстановление и т. д.);
- биологическая трансформация (например, биодеградация);
- аккумуляция в одной или нескольких средах, включая воспринимающую загрязнение среду.

6.3.4. Сценарий и маршруты воздействия. Точки воздействия

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

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

6.3.4.3. Полный маршрут воздействия оценивается при сценарии многосредовой экспозиции, когда анализируются практически все возможные пути поступления вещества (табл. 6.1).

6.3.4.4. Сценарий полного маршрута воздействия представляет собой сочетание различных маршрутов воздействия исследуемых химических веществ.

Таблица 6.1

Пример сценария многосредового воздействия

Среда	Путь поступления		
	ингаляция	перорально	накожно
Атмосферный воздух	+	–	–
Водопроводная вода	+	+	+
Почва	+	+	+
Вода открытого водоема (плавание)	+	+	+
Пищевые продукты	–	+	–

6.3.4.5. При включении в анализ лишь некоторых из указанных элементов сценарий будет отражать неполный маршрут воздействия. Формирование такого сценария целесообразно в тех случаях, когда одновременное воздействие химических веществ на одну популяцию населения всеми возможными путями маловероятно, в связи с чем следует подразделять сценарии на подсценарии, отражающие причинные соотношения между различными путями воздействия.

6.3.4.6. Неполный маршрут воздействия анализируется также при сценарии, предусматривающем оценку риска от поступления химических веществ только из одной среды (например, атмосферного воздуха, воздуха помещений, питьевой воды, продуктов питания и т. д.) и одним путем (например, ингаляционным).

6.3.4.7. Путь воздействия, при котором вероятность контакта человека с химическим веществом наиболее высока и который приводит к накоплению его концентрации, называется главным (принципиальным) путем воздействия.

6.3.4.8. Исключение того или иного пути воздействия из последующего анализа должно проводиться с большой осторожностью, так как это может приводить к существенным неопределенностям и ошибкам в оценке величины экспозиции.

6.3.4.9. 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.

6.4. Определение степени воздействия (количественная характеристика экспозиции)

6.4.1. Определение концентраций в точке воздействия

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

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

6.4.1.3. Концентрация – это содержание конкретного загрязнителя в конкретной среде (например, воздушной) на единицу ее объема (например, мг/м^3) в определенный промежуток времени. Все замеры концентраций прямо или косвенно связаны с временным интервалом. Даже так называемые приборы непрерывного действия имеют предельное, порой весьма короткое время отклика, и поэтому их показания отражают среднее (или приближенное к среднему) значение фактических концентраций в течение ограниченного времени.

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

6.4.1.5. Прямые методы исследования включают персональный мониторинг загрязнителей в зоне дыхания и использование биологических маркеров.

6.4.1.6. Косвенные (непрямые) методы включают непосредственное измерение образцов проб в разных средах, моделирование распространения химических веществ в окружающей среде, анкетирование, использование суточных дневников и модели экспозиции.

6.4.1.7. Программа исследований по оценке экспозиции должна включать сочетанное использование данных методов для достижения основной цели – наиболее точного установления реальных уровней воздействия неблагоприятных факторов окружающей среды на организм человека.

6.4.1.8. Воздействующие концентрации чаще всего оцениваются на основе:

1) результатов мониторинга объектов окружающей среды;

2) моделирования распространения и поведения химических веществ в окружающей среде;

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

4) моделей экспозиции.

6.4.1.9. При оценке риска по полной (базовой) схеме используются результаты мониторинга концентраций химических веществ в анализируемых объектах окружающей среды и/или данные, полученные на основе моделирования рассеивания загрязнителей за период не менее 3—5 лет с учетом инвентаризации выбросов.

6.4.2. Мониторинг объектов окружающей среды

6.4.2.1. Мониторинг качества объектов окружающей среды является важнейшим инструментом для аналитического определения содержания химических веществ в каждой анализируемой среде.

6.4.2.2. Конкретный выбор анализируемых загрязнителей, временные масштабы и места размещения пунктов контроля должны соответствовать цели оценки экспозиции населения.

6.4.2.3. Общим основанием для выбора веществ при обосновании стратегии мониторинга, в соответствии с рекомендациями ВОЗ, служат следующие критерии:

- повсеместность распространения в воздушной среде городов;
- наличие, по общему признанию, способности представлять потенциальный риск для здоровья населения;
- необходимость, как правило, регулирования на национальном или международном уровне.

6.4.2.4. Целесообразно, чтобы мониторинг позволял определять экспозицию как в очагах загрязнения, где под воздействием высоких концентраций оказывается небольшая часть населения, так и экспозицию, под воздействием которой находится большинство населения.

6.4.2.5. Одна из важнейших функций организации мониторинга заключается в получении основополагающей информации для определения не только уровня, но и распределения экспозиции по численности населения.

6.4.2.6. Оценка концентрации в точке воздействия должна быть основана на всех пробах, собранных в исследуемой зоне. Число таких измерений должно быть достаточно большим для определения регистрируемых уровней загрязнения.

6.4.2.7. В отчете по оценке риска следует подробно описать расчет концентраций в точке воздействия для каждого сценария и пути вредного воздействия с обоснованием способа отбора проб.

6.4.2.8. 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 (например, концентрация химического вещества в водопроводной воде или в воде источника децентрализованного водоснабжения). Для таких путей воздействия данные мониторинга, как правило, обеспечивают получение наилучших оценок реальных воздействующих концентраций.

6.4.2.9. В целом аналитические измерения, выполненные в соответствии с действующими нормативными документами в режиме мониторинга, дают наиболее объективную информацию о состоянии окружающей среды.

6.4.2.10. Результаты мониторинга могут оказаться неадекватными, если:

- точки экспозиции пространственно изолированы от точек мониторинга (например, в случае межсредовых переходов или транспорта химического вещества);
- 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;
- временное распределение данных отсутствует (типичной ситуацией является сбор данных о качестве окружающей среды за ограниченный интервал времени; такие данные хорошо характеризуют условия на момент исследования, однако не отражают продолжительные или очень кратковременные воздействия);

• данные мониторинга ограничены пределом количественного определения химического вещества в среде.

6.4.2.11. В ситуациях, приведенных в п. 6.4.2.10, необходимо дополнять результаты мониторинга данными, полученными с использованием моделирования.

6.4.3. Моделирование распределения химических веществ в окружающей среде

6.4.3.1. Сочетание аналитических данных мониторинга с результатами моделирования распространения химических веществ играет важнейшую роль в оценке экспозиции.

6.4.3.2. Модели уровней концентраций представляют собой математические выражения, прогнозирующие концентрации веществ на основании законов физики и химии окружающей среды. Модели распространения химических веществ в окружающей среде используются при оценке риска в следующих целях:

• оценка пространственного распределения концентрации и экспозиции населения;

• определение соотношений «источник–рецептор»;

• определение вклада различных источников в суммарные концентрации;

• оптимизация стратегий снижения объема выбросов и анализ сценариев, связанных с выбросами;

• прогнозирование изменения концентраций загрязнителей во времени;

• анализ репрезентативности постов мониторинга и оптимизация процесса организации их сети.

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

6.4.3.4. Точность расчетов зависит от качества исходной информации, совершенства моделирования физических и химических явлений, наличия вычислительных ошибок выбранной модели, изменчивостью состояния атмосферы.

6.4.3.5. Выбор модели расчета загрязнения объектов окружающей среды 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.

6.4.3.6. 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).

6.4.3.7. В целом, применяемые в настоящее время оперативные модели расчета концентраций, осредненных за длительный период, разработаны для прогнозирования концентраций от совокупности точечных и площадных источников с учетом вариации как метеорологических параметров, так и характеристик мощности выбросов.

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

6.4.3.9. Сравнительная характеристика преимуществ и недостатков использования мониторинга и моделирования загрязнения атмосферного воздуха приводится в табл. 6.2.

Таблица 6.2

Сравнение мониторинга качества атмосферного воздуха и моделирования рассеивания атмосферных загрязнителей для оценки концентраций в точке воздействия (WHO, Regional Publications, European Series, № 85, 1999)

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
* результаты моделирования должны быть сравнены с несколькими измеренными уровнями для подтверждения надежности и корректности модели; ** увеличение числа постов наблюдений может существенно улучшить пространственное представление о концентрациях.		

6.4.4. Модели персональной экспозиции

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

6.4.4.2. Модели экспозиции прогнозируют характер экспозиции на человека или населения. В качестве исходной информации в данном случае используются данные о концентрации при воздействии конкретного загрязнителя 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.

6.4.4.3. Результаты, полученные на основе моделей экспозиции, позволяют оценить определяющие факторы величины экспозиции и доз загрязнителя в разных точках при изменяющемся распределении населения по территории.

6.4.4.4. Большинство моделей экспозиции ориентировано на поступление химических веществ в организм ингаляционным путем и анализ той микросреды, где происходит контакт человека с загрязнителем. Аналогичный подход может быть использован и для других объектов окружающей среды (питьевой воды, продуктов питания и др.).

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

6.4.4.6. Под микросредой, где происходит контакт человека с загрязнителем, подразумевается помещение в жилых и общественных зданиях, салон транспортного средства, улица в городе, парк и т. д.

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

6.4.4.8. Оценку концентраций загрязнителей 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 т. д.

6.4.4.9. Наиболее точное определение уровней воздействия применительно к оценке экспозиции загрязнителей атмосферного воздуха населенных мест проводится с помощью индивидуального (персонального) мониторинга, который предусматривает прямые замеры концентраций воздушных примесей в зоне дыхания человека.

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

6.4.4.11. При осуществлении программы многосредового непосредственного мониторинга воздействия параллельно с использованием персональных пробоотборников, измеряющих загрязнение воздуха в зоне дыхания человека, проводится количественное определение химических загрязнителей в пробах воды и пищи (в случае необходимости, например для детей, почвы), потребляемых каждым индивидуумом в отобранной выборке.

6.4.4.12. 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.

6.4.4.13. К прямым методам анализа экспозиции относится использование биологических маркеров. Термин «биомаркер» в широком смысле включает почти любое измерение, отражающее взаимодействие между биологической системой и фактором окружающей среды.

6.4.4.14. Биомаркеры подразделяются на три основных типа: маркеры воздействия (экспозиции); маркеры эффекта и маркеры восприимчивости (чувствительности).

6.4.4.15. Маркер воздействия (экспозиции) представляет собой экзогенное химическое вещество или его метаболит, или продукт взаимодействия между ксенобиотиком и какой-либо молекулой или клеткой, являющимися мишенями, количество которых определяется в различных компартментах организма (например, одним из наиболее известных маркеров экспозиции является содержание в крови свинца, в результате его поступления в организм вместе с вдыхаемым воздухом или с пищей, или карбоксигемоглобина при воздействии оксида углерода).

6.4.4.16. Маркер эффекта количественно характеризует биохимическое, физиологическое, поведенческое или иное изменение в организме, в зависимости от степени которого предопределяется фактическое или потенциальное нарушение здоровья или развитие болезни.

6.4.4.17. Маркер восприимчивости (чувствительности) – это показатель свойственной (врожденной) или приобретенной способности организма реагировать на воздействие определенного вредного агента.

6.4.4.18. Совместное использование всех трех типов биомаркеров дает возможность оценить: воздействующие уровни (количества поглощенной или внутренней дозы); возникающие эффекты от химических веществ и индивидуальную чувствительность к воздействию.

6.4.4.19. Биологические маркеры могут применяться при исследовании поступления химического агента в организм любыми путями из любого источника (объекта) окружающей среды (атмосферного воздуха, воды, почвы, пищевых продуктов и т. д.).

6.4.4.20. Биологические маркеры в конечном итоге позволяют в большей степени прояснить характер зависимостей «причина–следствие» и «доза–ответ» в процессе оценки риска для здоровья, при постановке клинического диагноза и при контроле качества объектов окружающей среды.

6.4.4.21. Модели персональной экспозиции базируются на одновременном применении прямых и косвенных методов расчета воздействия загрязнителей воздушной среды на отдельного человека или популяцию и предполагают получение комбинированных данных о концентрации его в микросредах и об особенностях жизнедеятельности человека.

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

6.4.4.23. 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 тщательно 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, удобном для восприятия языке, исключая двусмысленность;
- обеспечение кодирования и сохранения информации в виде компьютерных баз данных;
- анализ полученных данных с помощью соответствующих статистических методов;
- обоснование статистически значимых заключений на основе анализа полученной информации.

6.4.4.24. Наиболее общая информация, которая должна быть получена с применением опросных методов для установления воздействующих уровней химических загрязнителей, поступающих, в частности, ингаляционным путем, включает:

- процент популяции или специфических групп населения, которые используют газовые плиты на кухне, применяют пестициды или живут в домах, расположенных вблизи от магистралей с интенсивным автомобильным движением (или с примыкающими к домам гаражами);
- количество курящих (особенно сигареты), 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.

6.4.4.25. При необходимости оценки кратковременных воздействий (например, в течение часов или дней) исследования требуют высокой степени точности или контро-

ля. Если же оценивается более длительный период (например, воздействие в течение нескольких лет, десятилетий или, даже, всей жизни), то степень точности или контроля может быть меньшей.

6.4.4.26. Прогнозирование персональной экспозиции проводится по уравнениям для расчета интегрированной воздушной экспозиции с учетом концентраций загрязнителя в различных микросредах, умноженной на время, в течение которого человек находится в соответствующей микросреде. При этом единицами измерения могут быть мг/м^3, умноженные на количество часов.

6.4.4.27. Соответствующее уравнение интегрированной воздушной экспозиции, представляющей собой сумму составляющих определенной концентрации конкретного загрязнителя, воздействующего на человека в условиях различной микросреды, умноженной на время, в течение которого данное лицо находилось в соответствующей микросреде, может выглядеть следующим образом:

$$E_k^t = e \sum_{j=1} C_{j,k} \cdot D\,t_{j,k}, \text{ где} \qquad (6.1)$$

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

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).

6.4.4.28. Составляющие интегрированную воздушную экспозицию отдельные концентрации оказываются особенно полезными параметрами при оценке относительного риска, поскольку они позволяют установить взаимосвязь между уровнями риска и конкретным загрязнителем в течение определенного времени применительно к различным микросредам.

6.4.4.29. 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).

6.4.5. Характеристика концентраций в точке воздействия

6.4.5.1. 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.

6.4.5.2. 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, как правило, используются данные 3-летних наблюдений, но не менее чем за 1 год.

6.4.5.3. Для оценки острых воздействий, включая аварийные воздействия (продолжительность экспозиции не более 24 ч), используются максимальные концентрации и 95-й процентиль.

6.4.5.4. В скрининговых исследованиях для оценки хронических воздействий допустимо использование среднегодовых концентраций, а для оценки острых воздействий – максимальных концентраций за период наблюдения.

6.4.5.5. В тех случаях, когда имеется большая вариабельность концентраций или, наоборот, всего два их значения в точке воздействия, в качестве обоснованной оценки целесообразно использовать максимальную из имеющихся концентраций.

6.4.5.6. В зависимости от задачи исследования оценка риска может быть ориентирована на характеристику средней тенденции, обоснованную (разумную) максимальную экспозицию или на анализ максимального воздействия.

6.4.5.7. При ориентации на среднюю тенденцию в качестве меры интенсивности воздействия используются средние величины концентраций вещества в изучаемых средах.

6.4.5.8. Оценка обоснованной максимальной экспозиции проводится, исходя из верхних 95 %-ных доверительных границ средних величин.

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

6.4.5.10. Для оценки канцерогенного риска, как правило, используются обоснованные максимальные экспозиции, исходя из величин среднегодовых концентраций на уровне верхних 95 %-ных доверительных границ.

6.4.6. Экспозиция и доза

6.4.6.1. Экспозиция характеризует контакт организма с химическим агентом. Если экспозиция имеет место в течение определенного периода времени, то общая экспозиция должна быть разделена на тот временной интервал, который интересует исследователя. Полученная таким образом величина представляет собой среднюю величину экспозиции на единицу времени.

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

6.4.6.3. 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 мг/(кг×день).

6.4.6.4. 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:

$$I = \frac{C \times CR \times EF \times ED}{BW \times AT}, \text{ где} \qquad (6.2)$$

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

C – концентрация химического вещества; средняя концентрация, воздействующая в период экспозиции (например, мг/л воды);

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

EF – частота воздействий, число дней/год;

ED – продолжительность воздействия, число лет;

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

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

6.4.6.5. 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.

6.4.6.6. Значения переменных, связанных с воздействующими концентрациями химических веществ, представлены в разделе 6.4.5.

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

- для веществ с острым действием поступление рассчитывается путем осреднения на очень короткие промежутки времени, которые могут привести к развитию неблагоприятного эффекта (на одно воздействие или на сутки);
- при изучении продолжительных воздействий химических веществ, не обладающих канцерогенным действием, поступление рассчитывают путем их осреднения в течение периода экспозиции (например, субхроническое или хроническое ежедневное поступление);
- для канцерогенов расчет поступления проводят путем деления общей накопленной дозы на продолжительность жизни (хроническое ежедневное поступление, которое часто называется пожизненным среднесуточным поступлением).

6.4.6.8. Особенностью традиционной методологии оценки риска является акцент на продолжительные воздействия относительно низких концентраций химических веществ (например, хроническое ежедневное поступление).

6.4.6.9. 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 окружающую среду;
- персистентность химического вещества в окружающей среде;
- характеристики популяции, оказывающие влияние на продолжительность экспозиции.

6.4.7. Расчет суточных доз

6.4.7.1. Расчет суточных доз для разных путей поступления химических веществ в организм из основных объектов окружающей среды приведен в прилож. 3.

6.4.7.2. Входные параметры (факторы экспозиции), используемые в уравнениях для стандартных расчетов экспозиций и рисков, должны отражать специфические особенности изучаемых популяций и принятых сценариев воздействия.

6.4.7.3. Такие факторы экспозиции, как частота и продолжительность воздействия, сезонные различия (например, время контакта с почвой) в идеале должны основываться на результатах специальных региональных исследований.

6.4.7.4. Другие факторы (скорость ингаляции, площадь поверхности тела, масса тела, средняя продолжительность жизни) могут приниматься как стандартные величины.

6.4.7.5. Стандартные величины потребления воды и различных продуктов питания должны корректироваться при наличии специфических региональных особенностей.

6.4.7.6. При отсутствии специфических региональных параметров, используемых в уравнениях для расчетов экспозиции, расчет суточных доз осуществляется с помощью стандартных факторов экспозиции (прилож. 1).

6.4.7.7. Важнейшим параметром, отражающим воздействие химического вещества на организм, является доза, поскольку она непосредственно указывает на количе-

ство загрязнителя, обладающего потенциальным эффектом в отношении органа-мишени. Доза – это количество загрязнителя, полученное организмом с увеличением времени воздействия с учетом массы тела.

6.4.7.8. 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, продуктах питания) на объем вдыхаемого воздуха, потребляемой воды или уровень абсорбции через кожу с учетом массы тела.

6.4.7.9. 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:

$$TPD = C \times IR \times ED, \text{ где} \qquad (6.3)$$

C – концентрация загрязняющего вещества в объекте окружающей среды (воздух, почва и т. д.), контактирующей с телом человека (выражается в единицах масса/объем или масса/масса);

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

ED – продолжительность воздействия.

6.4.7.10. 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 данный загрязнитель средами (воздухом, водой, пищей, почвой).

6.4.7.11. В связи с недоступностью данных о коэффициенте абсорбции, его величина при расчете потенциальной дозы, как правило, принимается равной 1,0, что соответствует 100 % поступлению химического вещества в организм.

6.4.7.12. При расчете потенциальной дозы следует принимать во внимание:

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

6.4.7.13. При оценке риска потенциальные дозы, как правило, усредняются с учетом массы тела и времени воздействия. Такая доза носит название средней суточной потенциальной дозы (ADDpot) или средней суточной дозы (ADD).

6.4.7.14. Среднесуточная доза (ADD) обычно рассчитывается путем деления потенциальной дозы на массу тела (BW) и время осреднения воздействия (AT):

$$ADD\ pot = TPD/(BW \times AT) \qquad (6.4)$$

6.4.7.15. 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:

$$LADD = [C \times CR \times ED \times EF] / [BW \times AT \times 365], \text{ где} \qquad (6.5)$$

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

C – концентрация вещества в загрязненной среде, мг/л, мг/м^3, мг/см^2, мг/кг;

CR – скорость поступления воздействующей среды (питьевой воды, воздуха, продуктов питания и т. д.), л/день, м^3/день, кг/день и др.;

ED – продолжительность воздействия, лет;

EF – частота воздействия, дней/год;

BW – масса тела человека, кг;

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

365 – число дней в году.

6.4.7.16. Формулы для расчета средней суточной дозы (ADD) и стандартные значения ключевых факторов воздействия для нескольких типичных путей поступления химических веществ приведены в прилож. 3. Представленные формулы, сгруппированные по путям поступления (пероральное и ингаляционное поступление, перкутанная абсорбция), являются вариантами основной формулы потенциальной дозы.

6.4.7.17. Все 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 отчете по оценке риска необходимо обосновать выбор отличающихся от стандартных величин и привести их документальное подтверждение.

6.4.8. Интегрированная оценка экспозиции

6.4.8.1. 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 загрязнителя на человека независимо от среды или путей поступления.

6.4.8.2. На основании положений п. 6.4.7.15 и формул расчета, приведенных в прилож. 3, 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. Формат подобного отчетного документа приведен в табл. 6.3.

Таблица 6.3

Сводная таблица для анализа многомаршрутной, многосредовой экспозиции

Путь поступления	Объекты окружающей среды					
	воздух	почва	питьевая вода	открытый водоем	продукты	сумма
Ингаляция	Dai	Dsi	Dwi	Dri		Di
Перорально		Dso	Dwo	Dro	Dfo	Do
Накожно		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.

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

6.4.8.4. Общая формула для расчета хронической средней суточной дозы имеет следующий вид:

$$ADDch = ADDd \times EF/DPY, \text{ где} \qquad (6.6)$$

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 накожного воздействия применяется концепция внутренней (или поглощенной) дозы, т. е. дозы, поступившей в кровеносное русло.

6.4.8.5. 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.

6.4.8.6. 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:

$$LADD = \frac{(EDb \times ADDchb) + (EDc \times ADDchc) + (EDa \times ADDcha)}{AT}, \text{ где} \qquad (6.7)$$

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.

6.4.8.7. 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.

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

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

7. Характеристика риска для здоровья населения

7.1. Общие положения

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

7.1.2. На этом этапе осуществляется рассмотрение всех предположений, научных гипотез и неопределенностей, которые способны исказить результаты анализа риска и конечные выводы.

7.1.3. Характеристика риска является связующим звеном между оценкой риска для здоровья и управлением риском.

7.1.4. Характеристика риска осуществляется в соответствии со следующими этапами.

7.1.4.1. Обобщение результатов оценки экспозиции и зависимостей «доза (концентрация)–ответ».

7.1.4.2. Расчет значений риска для отдельных маршрутов и путей поступления химических веществ.

7.1.4.3. Расчет рисков для условий агрегированной (поступление одного химического соединения в организм человека всеми возможными путями из разных объектов окружающей среды) и кумулятивной (одновременное воздействие нескольких химических веществ) экспозиции.

7.1.4.4. Выявление и анализ неопределенностей оценки риска.

7.1.4.5. Обобщение результатов оценки риска и представление полученных данных лицам, участвующим в управлении рисками.

7.1.5. Ведущими принципами характеристики риска являются:

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

7.1.6. В процессе характеристики рисков используется величина условно принимаемого приемлемого риска – вероятность наступления события, негативные последствия которого настолько незначительны, что ради получаемой выгоды от фактора риска человек или группа людей, или общество в целом готовы пойти на этот риск.

7.2. Оценка риска канцерогенных эффектов

7.2.1. Характеристика канцерогенного риска осуществляется поэтапно:

7.2.1.1. Обобщение и анализ всей имеющейся информации о вредных факторах, особенностях их действия на организм человека, уровнях экспозиции.

7.2.1.2. Расчет индивидуального канцерогенного риска для каждого вещества, поступающего в организм человека анализируемыми путями.

7.2.1.3. Расчет индивидуального канцерогенного риска для каждого канцерогенного компонента исследуемой смеси химических веществ, а также суммарного канцерогенного риска для всей смеси.

7.2.1.4. 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.

7.2.1.5. Расчет популяционных канцерогенных рисков.

7.2.1.6. Обсуждение и оценка источников неопределенности и вариабельности результатов характеристики риска.

7.2.1.7. Обобщение и представление результатов характеристики риска.

7.2.2. Расчет индивидуального канцерогенного риска осуществляется с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала (фактор наклона, единичный риск). Как правило, для канцерогенных химических веществ дополнительная вероятность развития рака у индивидуума на всем протяжении жизни (CR) оценивается с учетом среднесуточной дозы в течение жизни (LADD) (формула 7.1):

$$CR = LADD \times SF, \text{ где} \qquad (7.1)$$

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

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

При использовании величины единичного риска (UR) расчетная формула приобретает следующий вид (формула 7.2):

$$CR = LADC \times UR, \text{ где} \qquad (7.2)$$

LADC – средняя концентрация вещества в исследуемом объекте окружающей среды за весь период усреднения экспозиции (питьевая вода, мг/л; воздух, мг/м^3);

UR – единичный риск для воды (риск на 1 мг/л) или воздуха (риск на 1 мг/м^3).

7.2.3. При расчете и характеристике риска необходимо обязательно принимать во внимание особенности оцениваемого контингента населения, свойственные ему факторы (дескрипторы) экспозиции и выбранную исследователем меру экспозиции.

Расчет канцерогенного риска проводится только для того диапазона доз (концентраций) химического вещества, который соответствует линейному участку зависимости «доза (концентрация)–ответ».

7.2.4. В отчете должно быть четко отмечено, какой вид экспозиции оценивается: средняя экспозиция, максимальная обоснованная (разумная) экспозиция, максимальная экспозиция.

7.2.5. При наличии нескольких видов экспозиции и оцениваемых контингентов населения оценка риска должны 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 (по оси ординат откладывается численность соответствующей специфической группы, а по оси абсцисс – величина индивидуального канцерогенного риска для данной группы).

7.2.6. 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 (формула 7.3):

$$PCR = CR \times POP, \text{ где} \qquad (7.3)$$

CR – индивидуальный канцерогенный риск;

POP – численность исследуемой популяции, чел.

7.2.7. Индивидуальный и популяционный канцерогенные риски характеризуют верхнюю границу возможного канцерогенного риска на протяжении периода, соответствующего средней продолжительности жизни человека (70 лет).

7.2.8. 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.

7.2.9. При сравнительной характеристике риска часто используется величина популяционного годового риска (PCRa) – расчетное число дополнительных случаев рака в течение года. Например, в случае анализа канцерогенных влияний загрязнений атмосферного воздуха величина PCRa будет равна (формула 7.4):

$$PCRa = \Sigma (C_i \times URi) \times POP/70, \text{ где} \qquad (7.4)$$

C_i – среднегодовая концентрация i-го вещества;

POP – численность популяции, подвергающейся воздействию;

URi – единичный риск за всю жизнь (70 лет).

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

7.2.11. Значения канцерогенных рисков отражают, главным образом, долгосрочную тенденцию к изменению онкологического фона, формирующуюся при условии соблюдения всех принятых исследователем исходных условий (например, определенная продолжительность и интенсивность воздействия, неизменность экспозиции во времени, конкретные значения факторов экспозиции и др.).

7.2.12. Наибольшую ценность результаты характеристики канцерогенных рисков представляют для сравнительной оценки воздействия факторов окружающей среды на разных территориях, в разные временные периоды, до и после проведения оздоровительных мероприятий, для сравнения эффективности и возможного влияния на здоровье человека различных технологических процессов и природоохранных мероприятий.

7.3. Оценка риска неканцерогенных эффектов при острых и хронических воздействиях

7.3.1. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществляется либо путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия (индекс/коэффициент опасности), либо на основе параметров зависимости «концентрация–ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях.

7.3.2. Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов для отдельных веществ проводится на основе расчета коэффициента опасности по формуле 7.5:

$$HQ = AD/RfD \text{ или } HQ = AC/RfC, \text{ где} \qquad (7.5)$$

HQ – коэффициент опасности;

AD – средняя доза, мг/кг;

AC – средняя концентрация, мг/м^3;

RfD – референтная (безопасная) доза, мг/кг;

RfC – референтная (безопасная) концентрация, мг/м^3.

7.3.3. Коэффициент опасности рассчитывается раздельно для условий кратковременных (острых), подострых и длительных воздействий химических веществ. При этом период усреднения экспозиций и соответствующих безопасных уровней воздействия должен быть аналогичным.

7.4. Оценка риска при многосредовых, комбинированных и комплексных воздействиях

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

7.4.2. Индекс опасности для условий одновременного поступления нескольких веществ одним и тем же путем (например, ингаляционным или пероральным) рассчитывается по формуле 7.6:

$$HI = \sum HQ_i, \text{ где} \qquad (7.6)$$

HQ_i – коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

7.4.3. При комплексном поступлении химического вещества в организм человека из окружающей среды одновременно несколькими путями, а также при многосредовом и многомаршрутном воздействии критерием риска является суммарный индекс опасности (THI) рассчитывается по формуле 7.7:

$$THI = \sum HI_j, \text{ где} \qquad (7.7)$$

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

7.4.4. При одновременном поступлении вещества А ингаляционно и перорально индекс опасности рассчитывается по формуле 7.8:

$$THI = C_a/RfC + D_o/RfD, \text{ где} \qquad (7.8)$$

C_a – оцениваемая концентрация вещества в воздухе (мг/м^3);

D_o – доза, получаемая при пероральном пути поступления (мг/кг).

7.4.5. 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.

7.4.6. При накожном воздействии химических веществ, как правило, оценивается величина поглощенной дозы. В связи с отсутствием данных о безопасных уровнях при накожном воздействии для большинства приоритетных химических веществ, в качестве ориентировочной меры допустимого накожного воздействия (RfDd) используется величина поглощенной дозы, рассчитанной, исходя из референтной дозы (RfDo) при пероральном пути поступления (формула 7.9):

$$RfDd = RfDo \times GIABS, \text{ где} \qquad (7.9)$$

GIABS – коэффициент абсорбции в желудочно-кишечном тракте.

Примечание. Значения GIABS для приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду, обобщены в компьютерных базах данных, разработанных в ГУ НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина РАМН.

7.4.7. Расчет индексов опасности целесообразно проводить с учетом критических органов/систем, поражаемых исследуемыми веществами, т. к. при воздействии компонентов смеси на одни и те же органы или системы организма наиболее вероятным типом их комбинированного действия является суммация (аддитивность).

7.4.8. Подобный подход, принятый в оценке риска для неканцерогенных эффектов, хотя и достаточно консервативен, т. к. может преувеличивать опасность для здоровья, однако является более предпочтительным по сравнению с раздельной, независимой оценкой каждого из компонентов, или признанием всех компонентов аддитивно действующими.

7.4.9. В качестве примера в табл. 7.1 приведены результаты оценки риска воздействия четырех гипотетических веществ.

Таблица 7.1

Оценка неканцерогенного риска

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
Суммарный риск		HI общий	4,8	
		HI почки	0,4	
		HI печень	4,4	

Как видно из данной таблицы, наибольший вклад как в суммарную величину HI, так и в риск воздействия на печень вносит вещество Б. Наименее значимую роль в формировании риска играет вещество А.

7.4.10. При расчете коэффициентов опасности (HQ) уровни безопасного воздействия должны применяться для потенциальных путей поступления.

7.4.11. Коэффициент опасности определяют путем сопоставления величин потенциальной суточной дозы вещества, поступающего определенным путем, и уровня безопасного воздействия при этом же пути поступления (формула 7.10):

$$HQ_i = D_i / RfD, \text{ где} \qquad (7.10)$$

HQ – коэффициент опасности воздействия вещества i;

D_i – потенциальная доза поступления вещества i, мк/(кг×день);

RfD – безопасный уровень воздействия, мг/(кг×день).

7.4.12. При ингаляционном поступлении, если только это не диктуется специальными задачами исследования, нет необходимости рассчитывать дозу воздействия и расчет коэффициента опасности может осуществляться по формуле (формула 7.11):

$$HQ_i = C_i/RfC, \text{ где} \qquad (7.11)$$

HQ – коэффициент опасности воздействия вещества i;

C_i – уровень воздействия вещества i, мг/м^3;

RfC – безопасный уровень воздействия, мг/м^3.

7.4.13. Если рассчитанный коэффициент опасности (HQ) вещества не превышает единицу, то вероятность развития у человека вредных эффектов при ежедневном поступлении вещества в течение жизни несущественна и такое воздействие характеризуется как допустимое.

7.4.14. Если коэффициент опасности превышает единицу, то вероятность возникновения вредных эффектов у человека возрастает пропорционально увеличению HQ, однако точно указать величину этой вероятности невозможно.

7.4.15. Вещества, загрязняющие объекты окружающей среды, должны быть проранжированы по величине коэффициента опасности для определения наиболее приоритетных загрязнителей.

7.4.16. При комплексном и/или многосредовом поступлении одного вещества коэффициенты опасности для каждого пути и каждой среды воздействия суммируются и рассчитывается суммарный индекс опасности (THI). Пример такой оценки представлен в табл. 7.2.

Таблица 7.2

Пример расчета индекса опасности при комплексном многосредовом воздействии

Среда / Путь воздействия	Ингаляционно	Перорально	Накожно	Сумма
Атмосферный воздух	HQai	–	–	HIa
Питьевая вода	HQwi	HQwo	HQwd	HIw
Почва	HQsi	HQso	HQsd	HIs
Сумма	HIi	HIo	HId	THI

Примечание: a – атмосферный воздух, w – питьевая вода, s – почва, *i* – ингаляционное поступление, o – пероральное поступление, d – накожное воздействие.

7.4.17. Суммарный индекс опасности (THI), характеризующий допустимое поступление, также не должен превышать единицу. По индексу опасности определяются приоритетные среды воздействия и пути поступления вещества в организм человека. Индекс THI служит для ранжирования веществ, поступающих разными путями из многих сред.

7.4.18. При комбинированном поступлении нескольких веществ каким-либо путем, суммарный индекс опасности определяется для веществ, влияющих на одну систему (орган). Пример формата представления данных приведен в табл. 7.3.

Таблица 7.3

Пример расчета индекса опасности при комбинированном поступлении

Название вещества	Критический орган (система)	HQ
Азот диоксид	органы дыхания	1
Сера диоксид	органы дыхания	2
Взвешенные вещества	органы дыхания	5
THI		8

7.4.19. В условиях комбинированного воздействия суммарный индекс опасности 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 окружающей среды.

7.4.20. Если воздействие одного вещества не превышает допустимое, то комбинированное поступление веществ, оказывающих влияние на одну систему (орган), может приводить к возникновению нарушений в этой системе.

7.4.21. Канцерогенный риск при комплексном поступлении химического вещества различными путями (перорально, накожно, ингаляционно) и при комбинированном воздействии нескольких химических соединений рассматривается как аддитивный.

7.4.22. При углубленном анализе канцерогенных рисков, связанных с воздействием химических веществ, относящихся к группам 1, 2А по классификации МАИР, целесообразно группировать исследуемые канцерогены с учетом вида и/или локализации опухолей. В этом случае расчет суммарных канцерогенных рисков осуществляется раздельно для каждой выделенной группы (например, рак легких, опухоли печени и др.).

7.4.23. При воздействии нескольких канцерогенов суммарный канцерогенный риск для данного пути поступления (например, перорального или ингаляционного) рассчитывается по формуле 7.12:

$$CR_T = \sum CR_j, \text{ где} \qquad (7.12)$$

CR_T – общий канцерогенный риск для пути поступления Т;

CR_j – канцерогенный риск для j-го канцерогенного вещества.

7.4.24. При одновременном воздействии нескольких канцерогенных веществ, поступающих в организм человека различными путями, расчет общего риска (TCR) проводится по формуле 7.13:

$$TCR = \sum CR_T \qquad (7.13)$$

7.4.25. При расчете суммарных канцерогенных рисков необходимо принимать 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 правомерен 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 реки).

7.4.26. Основой для осуществления расчетов суммарных рисков при комплексном поступлении химического канцерогена являются сводные таблицы, составляемые для каждого j-го анализируемого вещества (табл. 7.4).

Таблица 7.4

Сводная таблица 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
Ингаляция	CRai	CRsi	CRwi	CRri	–	CRi
Перорально	–	CRso	CRwo	CRro	CRfo	CRo
Накожно	–	CRsd	CRwd	CRrd	–	CRd
Сумма	CRa	CRs	CRw	CRr	CRf	CRsum

Примечание: CR – индивидуальный дополнительный 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 – продукты питания. Величина CRsum – отражает суммарный канцерогенный риск при поступлении j-го вещества разными путями из разных сред.

7.4.27. При одновременном присутствии в окружающей среде 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 табл. 7.5.

Таблица 7.5

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

Путь поступления	Вещество 1	Вещество 2	Вещество n	Сумма
Атмосферный воздух				
Ингаляция	CRai1	CRai2	CRain	ΣCRaij
Питьевая вода				
Перорально	CRwo1	CRwo2	CRwon	ΣCRwoj
Ингаляция	CRwi1	CRwi2	CRwin	ΣCRwij
Накожно	CRwd1	CRwd2	CRwdn	ΣCRwdj
Сумма	ΣCRw1	ΣCRw2	ΣCRwn	ΣCRwj
Почва				
Перорально	CRso1	CRso2	CRson	ΣCRsoj
Ингаляция	CRsi1	CRsi2	CRsin	ΣCRsij
Накожно	CRsd1	CRsd2	CRsdn	ΣCRsdj
Сумма	ΣCRs1	ΣCRs2	ΣCRsn	ΣCRsj
Открытый водоем				
Перорально	CRro1	CRro2	CRron	ΣCRroj
Ингаляция	CRri1	CRri2	CRrin	ΣCRrij
Накожно	CRrd1	CRrd2	CRrdn	ΣCRrdj
Сумма	ΣCRr1	ΣCRr2	ΣCRrn	ΣCRrj
Продукты питания				
Перорально	CRfo1	CRfo2	CRfon	ΣCRfj
Суммарное поступление				
Суммарное ингаляционное поступление	CRai1 + CRwi1 + CRsi1 + CRri1	CRai2 + CRwi2 + CRsi2 + CRri2	CRain + CRwin + CRsin + CRrin	CRaij + CRwij + CRsij + CRrij
Суммарное пероральное поступление	CRwo1 + CRso1 + CRro1 + CRfo1	CRwo2 + CRso2 + CRro2 + CRfo2	CRwon + CRson + CRron + CRfon	CRwoj + CRsoj + CRroj+ CRfoj
Суммарное накожное поступление	CRwd1 + CRsd1 + CRrd1	CRwd2 + CRsd2 + CRrd2	CRwdn + CRsdn + CRrdn	CRwdj + CRsdj + CRrdj
Сумма по всем средам и путям	ΣCR1	ΣCR2	ΣCRn	ΣCRj

7.4.28. При наличии на исследуемой территории нескольких точек воздействия (рецепторных точек) все вышеуказанные расчеты проводятся как раздельно для каждой из них, так и суммарно. При этом одновременно может рассчитываться канцерогенный риск, связанный с тем или иным источником загрязнения окружающей среды. Например, если источниками загрязнения окружающей среды в исследуемом населенном пункте являются промышленные предприятия, а также автотранспорт (источники 1...j), то их вклад в суммарный канцерогенный риск может быть оценен с использованием табл. 7.6.

Таблица 7.6

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

Рецепторная точка	Предприятие 1 (источник 1)	Автотранспорт (источник 2)	Предприятие j (источник j)	Сумма
1	CR11	CR21	CRj1	TCR1
2	CR12	CR22	CRj2	TCR2
i	CR1i	CR2i	CRji	TCRi
Сумма	CR11 + CR12 + CR1i	CR21 + CR22 + CR2i	CRj1 + CRj2 + CRji	TCR
Вклад, %	VCR1	VCR2	VCRi	100

Примечание: TCR – суммарный канцерогенный риск на исследуемой территории от всех учтенных источников загрязнения окружающей среды; TCR1, TCR2 ... TCRi – суммарные канцерогенные риски от всех источников в отдельных рецепторных точках; VCR1, VCR2...VCRi – вклад данного источника в величину суммарного канцерогенного риска (TCR).

7.4.29. Подобные расчеты, в частности, являются необходимыми для сравнительной оценки уровней канцерогенного 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.

7.5. Оценка неканцерогенного риска на основе эпидемиологических данных

7.5.1. Большинство разработанных к настоящему времени эпидемиологических критериев оценки риска отражают ожидаемый прирост частоты нарушений состояния здоровья на единицу воздействующей концентрации.

7.5.2. Данные критерии неправомерно использовать для предсказания реальных изменений уровней смертности или заболеваемости населения, проживающего на конкретной территории, в силу возможного влияния на эти процессы разнообразных специфических факторов (образ жизни, уровень развития медицинского обслуживания и др.).

7.5.3. Количественные значения риска, полученные на основе эпидемиологических данных, представляют собой, как и все другие оценки риска, относительные величины, характеризующие сравнительную приоритетность тех или иных загрязняющих веществ, источников их поступления в окружающую среду и др.

7.5.4. Расчет риска развития нарушений состояния здоровья населения на основе эпидемиологических данных осуществляется с использованием критериев, представленных в приложении.

7.5.5. При характеристике риска, рассчитанного на основе параметров зависимости «концентрация–ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях, необходимо принимать во внимание соответствие периодов усреднения оцениваемых уровней экспозиции тем периодам, при которых были установлены соответствующие критерии.

7.6. Классификация уровней риска

7.6.1. На данном этапе целесообразно при характеристике риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических веществ, загрязняющих окружающую среду, ориентироваться на систему критериев приемлемости риска.

7.6.2. В соответствии с этими критериями, первый диапазон риска (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший 1×10^{-6}, что соответствует одному дополнительному случаю серьезного заболевания или смерти на 1 млн экспонированных лиц) характеризует такие уровни риска, которые воспринимаются всеми людьми, как пренебрежимо малые, не отличающиеся от обычных, повседневных рисков (уро-

вень De minimis). Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий по их снижению и их уровни подлежат только периодическому контролю.

7.6.3. Второй диапазон (индивидуальный риск в течение всей жизни более 1×10^{-6}, но менее 1×10^{-4}) соответствует предельно допустимому риску, т. е. верхней границе приемлемого риска. Именно на этом уровне установлено большинство зарубежных и рекомендуемых международными организациями гигиенических нормативов для населения в целом (например, для питьевой воды ВОЗ в качестве допустимого риска использует величину 1×10^{-5}, для атмосферного воздуха – 1×10^{-4}). Данные уровни подлежат постоянному контролю. В некоторых случаях при таких уровнях риска могут проводиться дополнительные мероприятия по их снижению.

7.6.4. Третий диапазон (индивидуальный риск в течение всей жизни более 1×10^{-4}, но менее 1×10^{-3}) приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом. Появление такого риска требует разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий. Планирование мероприятий по снижению рисков в этом случае должно основываться на результатах более углубленной оценки различных аспектов существующих проблем и установлении степени их приоритетности по отношению к другим гигиеническим, экологическим, социальным и экономическим проблемам на данной территории.

7.6.5. Четвертый диапазон (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или более 1×10^{-3}) неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп. Данный диапазон обозначается как De manifestis Risk и при его достижении необходимо давать рекомендации для лиц, принимающих решения о проведении экстренных оздоровительных мероприятий по снижению риска.

7.6.6. При планировании долгосрочных программ, установлении региональных гигиенических нормативов целесообразно ориентироваться на величину целевого риска – такого уровня риска, который должен быть достигнут в результате проведения мероприятий по управлению риском. В большинстве стран, а также в рекомендациях экспертов ВОЗ величина целевого риска принимается равной 10^{-6}.

7.6.7. Величина целевого риска для условий населенных мест в России составляет 10^{-5}—10^{-6}.

7.6.8. При обосновании мер по снижению риска развития онкологических заболеваний значение целевого риска представляет собой суммарный канцерогенный риск, связанный с канцерогенным эффектом всех выявленных канцерогенных веществ.

7.6.9. При выборе величины приемлемого риска для канцерогенов в условиях населенных мест обычно ориентируются на степень доказанности канцерогенности исследуемого фактора для человека, численность населения, подверженного воздействию, техническую достижимость профилактических и технологических мероприятий.

7.6.10. Величина целевого риска используется при обосновании региональных нормативов: концентраций, основанных на риске, или региональных уровней минимального риска. Данные величины не могут быть выше федеральных гигиенических нормативов и их обоснование осуществляется с учетом местных, региональных особенностей.

7.6.11. При установлении региональных уровней минимального риска одновременно учитываются как канцерогенные, так и общетоксические эффекты действия конкретных химических веществ и в качестве итоговой выбирается наименьшая величина.

7.7. Обобщение информации о риске

7.7.1. Для лиц, принимающих решения по управлению риском, наиболее важным представляются не количественные характеристики уровней риска, а их интерпретация специалистами, проводившими исследование.

7.7.2. Заключительное обсуждение результатов является ключевым моментом характеристики риска и должно включать:

- доказательства 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 окружающей среды, источники поступления химических соединений в окружающую среду, 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;
- 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.

7.7.3. Окончательное заключение о количественной и качественной характеристике риска является основным документом, предоставляемым лицам, осуществляющим разработку мероприятий по управлению риском.

7.8. Сравнительная оценка рисков

7.8.1. Результаты расчетов канцерогенных и неканцерогенных рисков могут представлять собой очень объемный и нередко разнородный массив информации, который малодоступен для четкого восприятия лицами, принимающими решения по управлению рисками.

7.8.2. С целью обеспечения оптимального использования информации о рисках для лиц, принимающих 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.

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

7.8.4. При оценке риска здоровью нет необходимости в приведении рисков развития разных по своей медико-биологической и социальной значимости эффектов к некоей общей условной шкале. Установление весомости рисков, их окончательное ранжирование и выявление приоритетов входит в задачи этапа управления риском.

7.9. Факторы, влияющие на надежность оценок риска

7.9.1. Заключение о величине допустимого уровня риска связано с последующими решениями об уменьшении (или недопущении) выбросов, что может потребовать значительных финансовых затрат, а может оказаться и невыполнимым на практике. Поэтому решения, принимаемые на основе оценок риска, требуют определения минимально необходимых ограничений в каждом случае.

7.9.2. Информация о риске, учитываемая в этих решениях, должна быть настолько полной, насколько это реально возможно. Наряду с величиной риска, должна быть обязательно охарактеризована присущая неопределенность ее оценки.

7.9.3. При обсуждении возможных источников неопределенностей необходимо различать два основных понятия:

- вариабельность, которая представляет собой неоднородность или непостоянство параметров популяции растений, животных, или человека, физических свойств природной среды, и т. п.; 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.

7.9.4. При анализе неопределенностей результатов моделирования распределения прогнозируемого риска среди популяции целесообразным является выделение относительных вкладов реальной неопределенности и внутрипопуляционной вариабельности.

7.9.5. 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).

7.9.6. Неопределенности присущи всем этапам оценки риска. В разделах 4.8 и 5.5 приведены основные характеристики неопределенности, связанной с этапами идентификации опасности и анализа зависимости «доза–ответ».

7.9.7. 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.

7.9.8. 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 может приводить к такому же канцерогенному эффекту, что и хроническое действие малых доз).

7.9.9. 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.

7.9.10. Выделяют три типа вариабельности при оценке экспозиции:

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

7.9.11. 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.

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

7.9.13. 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.

7.9.14. 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.

7.9.15. Для понимания возможных источников неопределенности удобно пользоваться 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).

7.9.16. Модели, используемые при оценке риска, могут быть точечными и стохастическими. В первом случае все параметры и переменные в любой момент времени имеют точные значения. В стохастических моделях переменные представляются функциями распределения.

7.9.17. Абсолютное большинство методов оценки риска для здоровья населения все еще используют точечные значения для всех переменных.

7.9.18. Вероятностные методы оценки риска обладают целым рядом преимуществ по сравнению с точечной, выражаемой одной цифрой, детерминистической оценкой, т. к.:

• используют всю имеющуюся информацию о распределении величин, применяемых при оценке риска и их неопределенностях, в то время как точечные методы отбрасывают эту информацию, используя только средние или предельные величины;

• позволяют выявить скрытые консервативные (направленные на обеспечение заведомой безопасности, т. е. завышающие оценку риска) аспекты точечных характеристик;

• делают более ясными и прозрачными итоговые результаты, что чрезвычайно важно для разработки мероприятий по управлению риском.

7.9.19. Наиболее распространенным способом стохастического (вероятностного) моделирования является применение метода Монте-Карло, позволяющего проследить структуру распределений результатов моделирования посредством вычисления точечных результатов (реализаций) для большого числа произвольно выбранных точек из функций распределения данных и параметров. Однако эта процедура требует очень большого количества вычислений и занимает много компьютерного времени, что ограничивает возможности ее широкого использования.

7.9.20. Практически всегда для уменьшения неопределенности и снижения вариабельности показателей необходимо проведение дополнительных исследований, что связано с дополнительными финансовыми затратами. При этом неминуемо возникает задача выделения приоритетных направлений исследований, позволяющих с наибольшей эффективностью уменьшить общую неопределенность.

Список литературы

1. Авалиани С. Л., Аксенова О. И., Пономарева О. В. Разработка и внедрение методологии оценки риска здоровью населения от воздействия загрязнения атмосферного воздуха и питьевой воды на территориях г. Москвы /Консультационный центр по оценке риска, ЦГСЭН в г. Москве. М., 2000.

2. Авалиани С. Л., Андрианова М. М., Печенникова Е. В., Пономарева О. В. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья (мировой опыт) /Консультационный центр по оценке риска. М., 1996.

3. Альбом А. Ю., Норрел С. Введение в современную эпидемиологию. Таллин, 1996.

4. Быков А. А., Соленова Л. Г., Земляная Г. М., Фурман В. Д. Методические рекомендации по анализу и управлению риском воздействия на здоровье населения вредных факторов окружающей среды. М.: «Анкил», 1999.

5. Гигиена /Под ред. акад. РАМН Г. И. Румянцева. М.: ГЭОТАР Медицина, 2000.

6. Губернский Ю. Д., Новиков С. М., Мацюк А. В. Оценка канцерогенного риска для здоровья населения городских микросред //Гигиеническая наука и практика на рубеже XXI века: Материалы IX Всероссийского съезда гигиенистов и санитарных врачей. М., 2001. Т. 1. С. 407—410.

7. Курляндский Б. А., Новиков С. М. О классификации опасности химических канцерогенов //Токсикологический вестник. 1998. № 1. С. 2—6.

8. Новиков С. Т., Шашина Е. А., Фурман В. Д., Лебедева Н. В. Применение зависимостей «доза–ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях, при оценке риска для здоровья населения от воздействия вредных факторов окружающей среды /Центр подготовки и реализации международных проектов технического содействия. М., 2001.

9. Новиков С. М. Алгоритмы расчета доз при оценке риска, обусловленного многосредовым воздействием химических веществ /Консультационный центр по оценке риска. М., 1999.

10. Новиков С. М., Авалиани С. Л., Андрианова М. М., Пономарева О. В. Основные элементы оценки риска для здоровья (пособие для семинаров) /Консультационный цент по оценке риска. М., 1998.

11. Новиков С. М., Авалиани С. Л., Пономарева О. В., Семеновых Г. К., Привалова Л. И. Оценка риска воздействия факторов окружающей среды на здоровье человека: Англо-русский глоссарий. М., 1998.

12. Новиков С. М., Жолдакова З. И., Румянцев Г. И. и др. Проблемы прогнозирования и оценки общей химической нагрузки на организм человека с применением компьютерных технологий //Гигиена и санитария. 1997. № 4. С. 3—8.

13. Новиков С. М., Курляндский Б. А., Рахманин Ю. А. и др. Применение факторов канцерогенного потенциала при оценке риска воздействия химических веществ: методические рекомендации /НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина РАМН, Российский регистр потенциально опасных химических и биологических веществ, ММА им. И. М. Сеченова, Центр госсанэпиднадзора в г. Москве. М., 2001.

14. Новиков С. М., Рахманин Ю. А., Филатов Н. Н. и др. Критерии оценки риска для здоровья населения приоритетных химических веществ, загрязняющих окружающую среду: Методические рекомендации /НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина РАМН, ММА им. И. М. Сеченова, Центр госсанэпиднадзора в г. Москве. М., 2001.

15. Новиков С. М., Рахманин Ю. А., Шашина Т. А. и др. Расчет доз при оценке риска многосредового воздействия химических веществ: Методические рекомендации /НИИ ЭЧ и ГОС им. А. Н. Сысина, ММА им. И. М. Сеченова, Консультационный центр по оценке риска, Центр госсанэпиднадзора в г. Москве. М., 2000.

16. Новиков С. М., Румянцев Г. И., Жолдакова З. И. и др. Проблемы оценки канцерогенного риска воздействия химических загрязнений окружающей среды //Гигиена и санитария. 1998. № 1. С. 29—34.

17. Новиков С. М., Шашина Т. А., Скворцова Н. С. Критерии оценки риска при кратковременных воздействиях химических веществ //Гигиена и санитария. 2001. № 5. С. 87—89.

18. Окружающая среда. Оценка риска для здоровья. Опыт применения методологии оценки риска в России /Консультационный центр по оценке риска, Гарвардский институт международного развития, Агентство международного развития США. М., 1997. Вып. 1—6.

19. Онищенко Г. Г. Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье и ее место в системе социально-гигиенического мониторинга //Оценка риска влияния факторов окружающей среды на здоровье: проблемы и пути их решения: Материалы Пленума Межведомственного научного совета по экологии человека и гигиене окружающей среды. М., 2001. С. 3—8.

20. Онищенко Г. Г., Новиков С. М., Рахманин Ю. А., Авалиани С. Л., Буштуева К. А. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду /Под. ред. Рахманина Ю. А., Онищенко Г. Г. М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. 408 с.

21. Оценка риска для здоровья. Опыт применения методологии оценки риска в России. Обоснование приоритетности природоохранных мероприятий в Самарской области на основе эффективности затрат по снижению риска для здоровья населения /Консультационный центр по оценке риска. М., 1999.

22. Оценка рисков для организма человека, создаваемых химическими веществами: обоснование ориентировочных величин для установления предельно допустимых уровней экспозиции по показателям влияния на состояние здоровья. Гигиенические критерии качества окружающей среды 170. МПХБ /ВОЗ. Женева, 1995.

23. Рахманин Ю. А., Румянцев Г. И., Новиков С. М. Методологические проблемы диагностики и профилактики заболеваний, связанных с воздействием факторов окружающей среды //Гигиена и санитария. 2001. № 5. С. 3—7.

24. Ревич Б. А. Загрязнение окружающей среды и здоровье населения: Введение в экологическую эпидемиологию. М.: МНЭПУ, 2001.

25. Сидоренко Г. И., Румянцев Г. И., Новиков С. М. Актуальные проблемы изучения воздействия факторов окружающей среды на здоровье населения //Гигиена и санитария. 1998. № 4. С. 3—8.

26. Смулевич В. Б., Соленова Л. Г. Производственные канцерогены и здоровье населения //Гигиена и санитария. 1997. № 4. С. 22—25.

27. Сравнительная канцерогенная эффективность ионизирующего излучения и химических соединений: Публикация 96 НКРЗ: Пер. с англ. /Под ред. И. В. Филюшкина. М.: Энергоатомиздат, 1992.

28. Флетчер Р., Флетчер С., Вагнер Э. Клиническая эпидемиология. Основы доказательной медицины /Пер. с англ. М.: Медиасфера, 1998.

Приложение 1

1.1. 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
То же, 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

Фактор экспозиции	Величина
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
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-процентиль) 0,2 ч/день (90-процентиль) 8 мин/день 12 мин/день (95-процентиль)
Продолжительность принятия ванны	20 мин/день 45 мин/день (95-процентиль)
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 жилища, дети 3—11 лет	19 ч/день 17 ч/день (выходные дни)
Время, проводимое внутри жилища, взрослые и дети > 12 лет	21 ч/день
Время, проводимое внутри жилища, взрослые	16,4 ч/день
Время, проводимое вне жилища, дети 3—11 лет	5 ч/день 7 ч/день (выходные дни)
Время, проводимое вне жилища, взрослые и дети > 12 лет	1,5 ч/день
Время, проводимое вне жилища, взрослые	2 ч/день
Мобильность населения (время проживания на одном месте)	9 30 (95-процентиль)
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 $м^2$

Фактор экспозиции	Величина
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 жилища	
Объем жилища, $м^3$	369 217 (консервативная оценка)
Воздухообмен, в час	0,45 0,18 (консервативная оценка)
Объем душевой кабины	2 $м^3$
Объем ванной комнаты	10 $м^3$
Общее время использования туалета	40 мин/день
Воздухообмен между душевой и ванной комнатой	100 л/мин
Общее время использования воды	15,7 ч/день
Воздухообмен между ванной комнатой и жилыми помещениями	300 л/мин
Воздухообмен между жилищем и наружным воздухом	0,45 в час (2768 л/мин)
Общее водопотребление в жилище	17,5 галлонов*
* 1 галлон = 3,785 л/	

1.2. 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 °С)	
- взрослые	2840—3410
Умеренная активность	
- взрослые	3700
Объем дыхания, л/8 часов	
- взрослый мужчина	3600
- взрослая женщина	2900
- ребенок (10 лет)	2300

Фактор экспозиции	Величина
Легкая непроизводственная деятельность	
- взрослый мужчина	9600
- взрослая женщина	9100
- ребенок (10 лет)	6240
Ингаляция за сутки, м³ (8 часов отдыха, 16 часов легкой или непроизводственной деятельности)	
- взрослый мужчина	23
- взрослая женщина	21
- ребенок (10 лет)	15
- средний взрослый	22

1.3. 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

1.4. Потребление пищевых продуктов (ОБДХ, 2002, 2003 гг.)

Наименование продуктов	2002 год, кг/год	2003 год, кг/год
Хлеб пшеничный	48,9	47,3
Хлеб ржаной и прочий	23,7	22,8
Хлебобулочные изделия	4,3	4,3
Другие мучные кондитерские изделия	9,8	10,5
Мука	23,5	22,1
Бобовые	1,2	1,0
Рис	7,2	7,0
Крупа прочая	8,1	7,2
Макаронные изделия	11,4	11,2
Изделия из теста, требующие тепловой обработки перед употреблением	3,8	4,3
Итого: хлебных продуктов (хлеб и макаронные изделия в пересчете на муку, мука, крупа и бобовые)	**113,4**	**109,4**
Картофель	90,1	86,3
Капуста	14,7	14,8
Огурцы и помидоры	16,0	15,9
Свекла, морковь и другие корнеплоды	13,4	12,7
Лук и чеснок	12,3	12,1
Бахчевые и другие овощи	5,6	5,4
Замороженные и сушеные овощи	0,2	0,2
Овощные консервы	10,3	10,9
Полуфабрикаты и готовые изделия из овощей	3,8	3,6
Арбузы и дыни	6,6	8,3
Итого: овощей и бахчевых	**82,7**	**83,9**

Наименование продуктов	2002 год, кг/год	2003 год, кг/год
Фрукты и ягоды свежие	18,8	18,9
В т. ч. бананы	3,2	4,0
Фрукты и ягоды сушеные	0,5	0,5
Виноград свежий	1,1	1,2
Виноград сушеный	0,2	0,2
Цитрусовые	3,7	3,8
Орехи	0,8	0,9
Замороженные и консервированные фрукты, изделия из фруктов	4,6	5,2
Итого: фруктов и ягод, включая сушеные в пересчете на свежие	**35,4**	**36,2**
Говядина и телятина	9,3	9,8
Баранина и козлятина	0,6	0,6
Свинина	9,3	10,2
Печень всякая	1,7	1,6
Другие субпродукты	1,6	1,7
Мясо птицы	13,5	13,3
В т. ч. куриные окорочка	7,0	6,3
Мясо прочих домашних животных	0,4	0,4
Съедобные жиры животного происхождения	1,0	1,0
Мясо диких животных и птиц	0,1	0,1
Колбасы	7,6	8,2
Сосиски, сардельки	4,2	4,5
Мясные закуски	1,8	1,9
Мясные полуфабрикаты и готовые изделия	3,4	3,8
Мясные и мясорастительные консервы, закусочные консервы	0,8	0,8
Итого: мяса и мясопродуктов в пересчете на мясо	**57,8**	**60,7**
Молоко цельное	52,8	51,2
Кисло-молочные продукты	7,2	7,9
Йогурт	1,8	2,1
Другие молочные продукты	0,1	0,2
Сметана, сливки	5,0	5,1
Масло животное	4,2	3,9
Творог, сырковая масса	4,7	4,8
Сыр и брынза	3,4	3,7
Молочные консервы	1,0	1,0
Молоко сухое	0,1	0,1
Сливки сухие	0,0	0,0
Мороженое	1,2	1,2
Итого: молока и молочных продуктов в пересчете на молоко	**227,4**	**225,3**
Яйца, шт	**209**	**208**
Рыба свежая	9,6	9,0
Морепродукты свежие	0,2	0,3
Рыба и морепродукты соленые, копченые, сушеные (кроме сельди)	1,1	1,1
Сельдь	2,2	2,1
Рыбные консервы	1,0	1,0
Икра осетровых, лососевых рыб	0,0	0,0

Наименование продуктов	2002 год, кг/год	2003 год, кг/год
Рыбные полуфабрикаты и готовые изделия	0,3	0,3
Итого: рыбы и рыбопродуктов в пересчете на рыбу	**14,8**	**14,2**
Сахар	22,0	21,5
Конфеты, халва и т.п.	2,6	2,7
Конфеты шоколадные	1,9	2,1
Шоколад	0,3	0,3
Мед пчелиный	0,6	0,6
Варенье, джем, повидло	3,9	3,8
Итого: сахара, включая кондитерские изделия в пересчете на сахар	**26,0**	**25,7**
Масло растительное	8,8	8,7
Маргарин и другие жиры	1,5	1,2
Итого: масла растительного и других жиров	**10,3**	**9,9**
Грибы свежие	0,7	1,0
Грибы сушеные	0,0	0,0

Примечание. Источник данных потребления продуктов питания в домашних хозяйствах в 2003 году – Федеральная служба Государственной статистики. Москва, июль 2004 г. (по итогам выборочного обследования бюджетов домашних хозяйств).

2.1. Референтные концентрации для острых ингаляционных воздействий

CAS	Вещество	ARFC, мг/м^3	Критические органы/системы
71-55-6	1,1,1-Трихлорэтан	11	ЦНС
76-13-1	1,2,2-Трифтор-1,1,2-трихлорэтан	950	органы дыхания
96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	0,0018	органы дыхания
78-87-5	1,2-Дихлорпропан	0,23	органы дыхания
107-06-2	1,2-Дихлорэтан	0,8	иммун.
6423-43-4	1,2-Пропандиол динитрат	0,02	ЦНС
106-99-0	1,3-Бутадиен	0,11	развитие
542-75-6	1,3-Дихлорпропен	0,05	
123-91-1	1,4-Диоксан	6	глаза, органы дыхания
106-46-7	1,4-Дихлорбензол	4,8	развитие
584-84-9	2,4-Толуилендиизоцианат	0,007	
78-93-3	2-Бутанон	30	глаза, органы дыхания, развитие
111-76-2	2-Бутоксиэтанол	28,8	кровь, развитие
534-52-1	2-Метил-4,6-динитрофенол	0,0005	
109-86-4	2-Метоксиэтанол	0,02	кровь, репрод., развитие
126-99-8	2-Хлорбута-1,3-диен	3,5	
110-80-5	2-Этоксиэтанол	0,9	репрод., развитие
111-15-9	2-Этоксиэтилацетат	0,3	репрод., развитие
108-10-1	4-Метил-2-пентанон	30	органы дыхания
10102-44-0	Азот диоксид	0,47	органы дыхания
10102-43-9	Азот оксид	0,72	органы дыхания
7697-37-2	Азотная кислота	0,09	органы дыхания
79-10-7	Акриловая кислота	6	органы дыхания
107-13-1	Акрилонитрил	0,2	ЦНС
107-02-8	Акролеин	0,0001	глаза
	Алифатические насыщенные альдегиды С3-С8	125	органы дыхания, глаза, печень
7664-41-7	Аммиак	0,35	органы дыхания, глаза
7784-42-1	Арсин	0,2	кровь
75-07-0	Ацетальдегид	0,115	глаза, слизистые
67-64-1	Ацетон	62	ЦНС
100-44-7	Бензил хлористый	0,5	органы дыхания, глаза
71-43-2	Бензол	0,15	иммун., развитие, репрод.
98-07-7	Бензотрихлорид	0,0007	
7726-95-6	Бром	0,2	
74-83-9	Бромметан	0,2	ЦНС, органы дыхания
7440-62-2	Ванадий	0,0002	органы дыхания
	Взвешенные вещества	0,3	органы дыхания, системн.
	Взвешенные частицы с размерами менее 10 мкм	0,15	органы дыхания, системн.
	Взвешенные частицы с размерами менее 2,5 мкм	0,065	органы дыхания, системн.
75-01-4	Винилхлорид	1,3	развитие
7783-06-4	Водород сульфид	0,1	органы дыхания
7664-39-3	Водород фторид	0,2	органы дыхания
7647-01-0	Водород хлорид	2,1	органы дыхания

CAS	Вещество	ARFC, мг/м^3	Критические органы/системы
74-90-8	Водород цианид	0,3	ЦНС
77-47-4	Гексахлорциклопентадиен	2,00E-05	
67-72-1	Гексахлорэтан	58	ЦНС
1314-62-1	Диванадий пентоксид	0,03	органы дыхания
298-04-4	Дисульфотон	0,006	ЦНС
75-09-2	Дихлорметан	2,1	ЦНС
62-73-7	Дихлорофос	0,018	ЦНС
100-37-8	Диэтилэтаноламин	0,1	
67-63-0	Изопропанол	3	органы дыхания
1319-77-3	Крезол	2,2	системн.
1330-20-7	Ксилол	4,3	ЦНС, органы дыхания, глаза
108-31-6	Малеиновый ангидрид	0,1	
7440-50-8	Медь	0,1	органы дыхания
7758-98-7	Медь сульфат	0,1	органы дыхания
67-56-1	Метанол	30	ЦНС
60-34-4	Метилгидразин	0,00094	
624-83-9	Метилизоцианат	0,0047	органы дыхания
1634-04-4	Метил-трет-бутиловый эфир	7,2	ЦНС
108-38-3	м-Ксилол	22	глаза, органы дыхания
7440-38-2	Мышьяк	0,0004	репрод., развитие
1310-73-2	Натрий гидроксид	0,005	органы дыхания, глаза
7440-02-0	Никель	0,003	иммун., органы дыхания
13463-39-3	Никель карбонил	0,006	иммун., органы дыхания
98-95-3	Нитробензол	0,5	
10028-15-6	Озон	0,18	органы дыхания
95-47-6	о-Ксилол	22	глаза, органы дыхания
56-38-2	Паратион	0,002	биохим. (ХЭ)
2278-22-0	Пероксиацетилнитрат	0,0088	органы дыхания
106-42-3	п-Ксилол	22	глаза, органы дыхания
75-56-9	Пропиленоксид	6	глаза, органы дыхания
7439-97-6	Ртуть	0,002	развитие, репрод.
7782-49-2	Селен	0,003	органы дыхания, глаза
2025884	Сера диоксид	0,66	органы дыхания
7664-93-9	Серная кислота	0,1	органы дыхания
75-15-0	Сероуглерод	20	репрод., развитие, кровь
100-42-5	Стирол	20	глаза, органы дыхания
14808-79-8	Сульфаты	0,05	органы дыхания, системные
7440-36-0	Сурьма	0,0004	кровь
56-23-5	Тетрахлорметан	1,3	печень, репрод., развитие
127-18-4	Тетрахлорэтилен	1,4	ЦНС, развитие, почки, печень, глаза, органы дыхания
78-00-2	Тетраэтилсвинец	0,004	ЦНС, системн.
108-88-3	Толуол	3,8	ЦНС, глаза, органы дыхания
156-60-5	транс-1,2-Дихлорэтилен	0,8	печень
79-01-6	Трихлорэтилен	11	ЦНС, развитие
121-44-8	Триэтиламин	3	органы дыхания, глаза
630-08-0	Углерод оксид	23	серд.-сос. сист., развитие
64-19-7	Уксусная кислота	3,7	органы дыхания

CAS	Вещество	ARFC, мг/м^3	Критические органы/системы
7783-81-5	Уран гексафторид	3,6	почки
108-95-2	Фенол	6	глаза, органы дыхания
50-00-0	Формальдегид	0,048	органы дыхания, глаза
75-44-5	Фосген	0,004	органы дыхания
7803-51-2	Фосфин	0,13	органы дыхания
12185-10-3	Фосфор желтый	0,02	органы дыхания
7782-41-4	Фтор	3	органы дыхания
16984-48-8	Фториды неорганические хорошо растворимые	0,25	органы дыхания
7664-39-3	Фтористо-водородная кислота	0,25	органы дыхания
7782-50-5	Хлор	0,2	органы дыхания
74-87-3	Хлорметан	1	ЦНС
67-66-3	Хлороформ	0,49	печень, органы дыхания, репрод., развитие
76-06-2	Хлорпикрин	0,007	органы дыхания
79-11-8	Хлоруксусная кислота	0,0018	органы дыхания
75-00-3	Хлорэтан	39	развитие
106-89-8	Эпихлоргидрин	3	глаза, органы дыхания
64-17-5	Этанол	100	ЦНС
141-78-6	Этилацетат	140	
100-41-4	Этилбензол	1	развитие
107-21-1	Этиленгликоль	1,3	почки
107-15-3	Этилендиамин	2,5	
75-08-1	Этилмеркаптан	0,1	органы дыхания

2.2. Референтные концентрации для хронического ингаляционного воздействия

CAS	Вещество	RFC, мг/м^3	Критические органы/системы
811-97-2	1,1,1,2-Тетрафторэтан	80	репрод. (семенники)
630-20-6	1,1,1,2-Тетрахлорэтан	0,1	
71-55-6	1,1,1-Трихлорэтан	2,2	печень, развитие, ЦНС
79-34-5	1,1,2,2-Тетрахлорэтан	0,2	печень
79-00-5	1,1,2-Трихлорэтан	0,4	развитие, печень, почки, ЦНС, серд.-сос. сист.
57-14-7	1,1-Диметилгидразин	1,00E-05	печень
75-68-3	1,1-Дифтор-1-хлорэтан	50	нет эффекта
75-37-6	1,1-Дифторэтан	40	нет эффекта
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	90	системн. (масса тела), ЦНС
2613-69-6	1,2,3-Триметилциклопентан	0,2	ЦНС
96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	0,021	
96-19-5	1,2,3-Трихлорпропен	0,001	органы дыхания (носовая полость)
95-94-3	1,2,4,5-Тетрахлорбензол	0,001	
552-30-7	1,2,4-Бензолтрикарбоновая кислота, ангидрид	0,0005	
95-63-6	1,2,4-Триметилбензол	0,006	почки, биохим., ЦНС, кровь, органы дыхания

CAS	Вещество	RFC_3 мг/м^3	Критические органы/системы
2613-72-1	1,2,4-Триметилциклопентан	0,2	ЦНС
120-82-1	1,2,4-Трихлорбензол	0,004	печень, биохим. (экскреция порфиринов), почки
106-93-4	1,2-Дибромэтан	0,009	почки, печень, развитие, репрод. (семенники)
528-29-0	1,2-Динитробензол	0,0001	
76-12-0	1,2-Дифтор-1,1,2,2-тетрахлорэтан	5,7	
95-50-1	1,2-Дихлорбензол	0,2	почки, развитие, масса тела, системн., селезенка
78-87-5	1,2-Дихлорпропан	0,004	гиперплазия слизистой носа; органы дыхания, кровь
107-06-2	1,2-Дихлорэтан	0,4	Развитие, печень, почки, ЦНС
540-59-0	1,2-Дихлорэтилен	0,06	печень, биохим (повыш. активн. ЩЖ), развитие
6423-43-4	1,2-Пропандиол динитрат	0,0003	кровь
108-67-8	1,3,5-Триметилбензол	0,006	кровь, органы дыхания, ЦНС
108-70-3	1,3,5-Трихлорбензол	0,2	органы дыхания, печень, почки
106-99-0	1,3-Бутадиен	0,002	репрод., органы дыхания, серд.-сос. сист., кровь, рак
99-65-0	1,3-Динитробензол	0,00035	
108-46-3	1,3-Диоксибензол	0,061	
541-73-1	1,3-Дихлорбензол	0,008	почки, развитие
542-75-6	1,3-Дихлорпропен	0,02	органы дыхания, мочевой пузырь
10061-02-6	1,3-Дихлорпропен(E), транс-	0,02	органы дыхания
10061-01-5	1,3-Дихлорпропен(Z),цис-	0,02	органы дыхания
589-90-2	1,4-Диметилциклогексан	0,2	ЦНС
123-91-1	1,4-Диоксан	0,8	печень, почки, кровь, серд.-сос. система
123-31-9	1,4-Диоксибензол	0,14	
106-46-7	1,4-Дихлорбензол	0,8	печень, почки, развитие, органы дыхания
111-30-8	1,5-Пентандиаль	0,0001	органы дыхания
71-36-3	1-Бутанол	2,06	ЦНС
106-88-7	1-Бутеноксид	0,02	органы дыхания, серд.-сос. сист.
872-05-9	1-Децен	0,06	почки
107-98-2	1-Метокси-2-пропанол	2	печень, почки, ЦНС
556-88-7	1-Нитрогуанидин	0,35	
124-11-8	1-Нонен	0,06	почки
71-23-8	1-Пропанол	0,73	
821-95-4	1-Ундецен	0,06	почки
109-69-3	1-Хлорбутан	1,4	
90-13-1	1-Хлорнафталин	0,001	печень
112-34-5	2-(2-Бутоксиэтокси)этанол	0,02	печень
111-90-0	2-(Этоксиэтокси)этанол	0,003	органы дыхания (раздражение)
302-17-0	2,2,2-Трихлорэтандиол	0,007	
76-11-9	2,2-Дифтор-1,1,1,2-тетрахлорэтан	52	
108-60-1	2,2'-Дихлоризопропиловый эфир	0,14	
58-90-2	2,3,4,6-Тетрахлорфенол	0,1	
92-84-2	2,3,5,6-Дибензо-1,4-тиазин	0,007	

CAS	Вещество	RFC_3 мг/м^3	Критические органы/системы
1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордибензо-п-диоксин	4,00E-08	системн., развитие, печень, репрод., гормон, органы дыхания, кровь
51207-31-9	2,3,7,8-Тетрахлордибензофуран	4,00E-08	печень, репрод., развитие, гормон., органы дыхания, кровь
79-29-8	2,3-Диметилбутан	0,2	ЦНС
565-59-3	2,3-Диметилпентан	0,35	системн.
765-34-4	2,3-Эпоксипропаналь	0,001	почки, системн. (масса тела), кровь
93-76-5	2,4,5-Трихлорфеноксиуксусная кислота	0,035	гормон.
95-95-4	2,4,5-Трихлорфенол	0,35	
118-96-7	2,4,6-Тринитротолуол	0,0005	печень, рак
88-89-1	2,4,6-Тринитрофенол	0,00098	
88-06-2	2,4,6-Трихлорфенол	0,14	
94-75-7	2,4-Д	0,1	гормон.
589-43-5	2,4-Диметилгексан	0,2	ЦНС
105-67-9	2,4-Диметилфенол	0,07	
121-14-2	2,4-Динитротолуол	0,007	ЦНС, печень
51-28-5	2,4-Динитрофенол	0,007	
120-83-2	2,4-Дихлорфенол	0,077	
584-84-9	2,4-Толуилендиизоцианат	0,0001	органы дыхания
2216-30-0	2,5-Диметилгептан	2,1	ЦНС
576-26-1	2,6-Диметилфенол	0,0021	
606-20-2	2,6-Динитротолуол	0,0035	
823-40-5	2,6-Толуолдиамин	0,7	
78-92-2	2-Бутанол	0,3	ЦНС (гиперактивность, атаксия)
78-93-3	2-Бутанон	5	развитие (аномалии скелета)
111-76-2	2-Бутоксиэтанол	13	кровь
591-78-6	2-Гексанон	0,005	
88-85-7	2-Изобутил-4,6-динитрофенол	0,0035	
149-30-4	2-Меркаптобензотиазол	0,35	
98-06-6	2-Метил-2-фенилпропан	0,035	
534-52-1	2-Метил-4,6-динитрофенол	0,00035	
95-53-4	2-Метиланилин	0,012	
591-76-4	2-Метилгексан	0,2	ЦНС
91-57-6	2-Метилнафталин	0,071	
107-83-5	2-Метилпентан	0,2	ЦНС
4553-62-2	2-Метилпентандинитрил	0,05	органы дыхания (по взвеш. веществам)
95-48-7	2-Метилфенол	0,18	
90-04-0	2-Метоксианилин	0,0002	
109-86-4	2-Метоксиэтанол	0,02	репрод. (семенники), развитие
110-49-6	2-Метоксиэтилацетат	0,09	репрод. (семенники)
88-74-4	2-Нитроанилин	0,0001	органы дыхания (носовая полость)
79-46-9	2-Нитропропан	0,02	печень
88-72-2	2-Нитротолуол	0,035	
90-43-7	2-Фенилфенол	0,07	
126-99-8	2-Хлорбута-1,3-диен	0,007	органы дыхания

CAS	Вещество	RFC, мг/м³	Критические органы/системы
91-58-7	2-Хлорнафталин	0,28	печень
75-29-6	2-Хлорпропан	0,1	печень
95-49-8	2-Хлортолуол	0,07	
95-57-8	2-Хлорфенол	0,0014	развитие, репрод.
110-80-5	2-Этоксиэтанол	0,2	репрод. (семенники.), кровь, развитие
111-15-9	2-Этоксиэтилацетат	0,3	репрод. (семенники), кровь, развитие
95-65-8	3,4-Диметилфенол	0,0035	
591-27-5	3-Аминофенол	0,245	
589-81-1	3-Метилгептан	0,35	системн.
108-39-4	3-Метилфенол	0,18	
99-09-2	3-Нитроанилин	0,001	кровь, MetHb
99-08-1	3-Нитротолуол	0,035	
96-12-8	3-Хлор-1,2-дибромпропан	0,0002	репрод. (семенники), гормон.
101-77-9	4,4'-Диаминодифенилметан	0,02	печень, глаза
80-05-7	4,4'-Изопропилидендифенол	0,175	масса тела
101-68-8	4,4'-Метилендифенилизоцианат	0,0006	органы дыхания (обонятельный эпителий)
131-89-5	4,6-Динитро-о-циклогексилфенол	0,007	
504-24-5	4-Аминопиридин	7,00E-05	
123-42-2	4-Гидрокси-4-метил-2-пентанон	2,4	
108-10-1	4-Метил-2-пентанон	3	развитие, печень, почки
17301-94-9	4-Метилнонан	2	ЦНС
106-44-5	4-Метилфенол	0,18	
100-01-6	4-Нитроанилин	0,004	кровь
99-99-0	4-Нитротолуол	0,035	
100-02-7	4-Нитрофенол	0,028	кровь
106-47-8	4-Хлоранилин	0,014	
74-11-3	4-Хлорбензойная кислота	0,7	
121-69-7	N,N-Диметиланилин	0,007	
68-12-2	N,N-Диметилформамид	0,03	печень, органы дыхания
479-45-8	N-Метил-2,4,6,N-тетранитроанилин	0,035	
133-07-3	N-Трихлорметилтиофталимид	0,35	
50782-69-9	VX-газ	3,00E-06	
71751-41-2	Абамектин	0,0014	
86-50-0	Азинфос-метил	0,005	
10102-44-0	Азот диоксид	0,04	органы дыхания, кровь (образование MetHb)
10102-43-9	Азот оксид	0,06	органы дыхания, кровь (образование MetHb)
7697-37-2	Азотная кислота	0,04	органы дыхания
43121-43-3	Азоцен	0,1	кровь, масса тела
79-06-1	Акриламид	0,0007	нервная система, ЦНС
79-10-7	Акриловая кислота	0,001	органы дыхания
107-13-1	Акрилонитрил	0,002	органы дыхания, рак, репрод.
107-02-8	Акролеин	2,00E-05	органы дыхания, глаза
1596-84-5	Алар	0,52	
15972-60-8	Алахлор	0,035	гормон., кровь

CAS	Вещество	RFC_3 мг/м^3	Критические органы/системы
1646-88-4	Алдоксикарб	0,0035	
309-00-2	Алдрин	0,0001	печень
	Алифатические углеводороды С8-С16	1	печень, кровь
	Алифатические углеводороды С9-С12	2	
	Алифатические углеводороды С9-С18	1	
	Алифатические углеводороды С5-С8	0,2	
	Алифатические углеводороды/циклоалканы С5-С8	0,2	ЦНС
	Алканы/алкены (при содержании н-гексана не более 25 %)	0,48	
74223-64-6	Алли	0,87	
107-05-1	Аллил хлористый	0,001	ЦНС
107-18-6	Аллиловый спирт	0,017	почки, печень
116-06-3	Альдикарб	0,0035	гормон.
319-84-6	альфа-Линдан	0,02	печень
	альфа-Медь	2,00E-05	органы дыхания, системн.
532-27-4	альфа-Хлорацетофенон	3,00E-05	органы дыхания
7429-90-5	Алюминий	0,005	ЦНС
1344-28-1	Алюминий оксид	0,005	органы дыхания, масса тела
7784-18-1	Алюминий трифторид	0,014	костная система, органы дыхания
67485-29-4	Амдро	0,001	
834-12-8	Аметрин	0,031	печень
133-90-4	Амибен	0,052	
7664-41-7	Аммиак	0,1	органы дыхания
101-05-3	Анилазин	0,014	
62-53-3	Анилин	0,001	селезенка, кровь, серд.-сос. сист.
120-12-7	Антрацен	1	
74115-24-5	Апполо	0,045	
140-57-8	Арамит	0,175	
	Ароматические углеводороды С5-С8	0,4	ЦНС, печень, почки
	Ароматические углеводороды С8-С16	0,2	печень, почки, органы дыхания (эпителий носовой полости)
	Ароматические углеводороды/алкены С9-С10	0,06	
	Ароматические углеводороды/алкены С11-С35	0,071	
12674-11-2	Арохлор 1016	0,0002	
11097-69-1	Арохлор 1254	7,00E-05	
7784-42-1	Арсин	5,00E-05	серд.-сос. сист., селезенка, кровь
76578-14-8	Ассур	0,03	
3337-71-1	Асулам	0,175	
1912-24-9	Атразин	0,12	гормон.
83-32-9	Аценафтен	0,21	печень
208-96-8	Аценафтилен	0,035	печень, масса тела
75-07-0	Ацетальдегид	0,009	органы дыхания
74-86-2	Ацетилен	1,5	ЦНС, органы дыхания

CAS	Вещество	RFC, мг/м³	Критические органы/системы
67-64-1	Ацетон	31,2	печень, почки, кровь, ЦНС
75-05-8	Ацетонитрил	0,06	системн. (смертность), кровь
75-86-5	Ацетонциангидрин	0,01	печень
98-86-2	Ацетофенон	2,00E-05	
34256-82-1	Ацетохлор	0,07	
30560-19-1	Ацефат	0,014	ЦНС
50594-66-6	Ацифлуорфен	0,045	
333-41-5	Базудин	0,009	
68359-37-5	Байтроид	0,087	
1918-00-9	Банвел	0,1	
7440-39-3	Барий	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
543-80-6	Барий ацетат	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
10048-98-3	Барий водородофосфат	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
17194-00-2	Барий дигидроксид	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
1304-29-6	Барий диоксид	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
10361-37-2	Барий дихлорид	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
513-77-9	Барий карбонат	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
10022-31-8	Барий нитрат	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
1304-28-5	Барий оксид	0,0005	репрод,, серд.-сос. сист.
7727-43-7	Барий сульфат	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
10326-27-9	Барий хлорид дигидрат	0,0005	репрод., серд.-сос. сист.
100-52-7	Бензальдегид	0,35	органы дыхания, почки, печень
92-87-5	Бензидин	0,01	ЦНС, печень
100-44-7	Бензил хлористый	0,012	
100-51-6	Бензиловый спирт	1	жел.-киш. тракт
8006-61-9	Бензин	0,071	глаза, органы дыхания, печень, почки, ЦНС
50-32-8	Бенз(а)пирен	1,00E-06	рак, риск 1E-5, 1 нг/м³, иммун., развитие
192-97-2	Бензо[е]пирен	0,071	почки
191-24-2	Бензо[g,h,i]перилен	0,012	ЦНС
65-85-0	Бензойная кислота	14	
71-43-2	Бензол	0,03	развитие, кровь, красный костный мозг, ЦНС, иммун., серд.-сос. сист., репрод.
1163-19-5	Бензол,1,1'-оксибис[2,3,4,5,6-пентабром]	0,035	
106-51-4	Бензохинон	0,0006	
17804-35-2	Беномил	0,175	гормон., развитие
25057-89-0	Бентазон	0,1	кровь (сверт. сист.)
7440-41-7	Бериллий	2,00E-05	органы дыхания, иммун. (сенсибил.)
319-85-7	бета-Линдан	0,002	иммун., репрод., гормон.
111-44-4	Бис(2-хлорэтиловый)эфир	0,12	
56-35-9	Бис(трибутилолово)оксид	0,001	гормон.
92-52-4	Бифенил	0,175	печень, органы дыхания, почки
82657-04-3	Бифентрин	0,052	
10605-21-7	БМК	0,035	
7440-42-8	Бор	0,02	органы дыхания, репрод.

CAS	Вещество	RFC, мг/м^3	Критические органы/системы
10043-11-5	Бор нитрид	0,02	органы дыхания, репрод. (семенники)
2095581	Бор трифторид	0,0007	репрод., почки
10043-35-3	Борная кислота	0,02	органы дыхания, репрод. (семенники)
108-86-1	Бромбензол	0,01	печень
75-27-4	Бромдихлорметан	0,061	почки, развитие, цитомегалия
74-83-9	Бромметан	0,005	ЦНС, органы дыхания, развитие, репрод. (сниж. фертильности)
1689-84-5	Бромоксинил	0,07	
1689-99-2	Бромоксинилоктаноат	0,07	
75-25-2	Бромоформ	0,07	печень
2104-96-3	Бромофос	0,0175	
593-60-2	Бромэтен	0,003	печень, жел.-киш. тракт
106-97-8	Бутан	0,62	системн., асфиксант
2008-41-5	Бутилат	0,175	печень
123-86-4	Бутилацетат	0,7	органы дыхания, раздраж.
85-68-7	Бутилбензилфталат	0,7	печень
104-51-8	Бутилбензол	0,035	
85-70-1	Бутилфталилбутилгликолят	3,5	
1678-93-9	Бутилциклогексан	2	ЦНС
78-48-8	Бутифос	0,0001	
94-82-6	Бутоксон	0,028	
14816-18-3	Валексон	0,0035	
7440-62-2	Ванадий	7,00E-05	органы дыхания
16785-81-2	Ванадий сульфат	7,00E-05	органы дыхания
27774-13-6	Ванадил сульфат	7,00E-05	органы дыхания
1929-77-7	Вернолат	0,0035	системн. (масса тела)
	Взвешенные вещества	0,075	органы дыхания, смертн.
	Взвешенные частицы с размерами менее 10 мкм	0,05	органы дыхания, смертн., серд.-сос. система, развитие
	Взвешенные частицы с размерами менее 2,5 мкм	0,015	органы дыхания, смертн.
108-05-4	Винилацетат	0,2	органы дыхания, почки, масса тела
25013-15-4	Винилтолуол	0,038	
75-01-4	Винилхлорид	0,1	развитие, печень, почки, ЦНС, рак
5234-68-4	Витавакс	0,35	
10035-10-6	Водород бромид	0,025	
7783-06-4	Водород сульфид	0,002	органы дыхания (воспаление слизистой носа)
7664-39-3	Водород фторид	0,014	костная система, органы дыхания
7647-01-0	Водород хлорид	0,02	органы дыхания
74-90-8	Водород цианид	0,003	серд.-сос. система; ЦНС, гормон. (щитовидная железа)
7440-33-7	Вольфрам	0,1	органы дыхания
135-98-8	фтор-Бутилбензол	0,035	
7440-55-3	Галлий	0,04	
87-82-1	Гексабромбензол	0,007	

CAS	Вещество	RFC_3 мг/м^3	Критические органы/системы
822-06-0	Гексаметилендиизоцианат	1,00E-05	органы дыхания (обонятельный эпителий)
110-54-3	Гексан	0,2	ЦНС, органы дыхания, нервная система
	Гексан, изомеры, кроме н-Гексана	40	развитие (масса тела потомства)
118-74-1	Гексахлорбензол	0,003	печень, гормон., иммун., почки, кровь
87-68-3	Гексахлорбутадиен	0,09	развитие, системн., почки
77-47-4	Гексахлорциклопентадиен	0,0002	органы дыхания
67-72-1	Гексахлорэтан	0,08	ЦНС, системн., почки
142-82-5	Гептан	3,5	
76-44-8	Гептахлор	0,001	печень, гормон.
1024-57-3	Гептахлорэпоксид	3,00E-05	печень, гормон.
302-01-2	Гидразин	0,0002	печень, гормон. (щитовидная железа), органы дыхания, селезенка
7803-57-8	Гидразин гидрат	0,0002	печень, гормон. (щитовидная железа), органы дыхания, селезенка
10034-93-2	Гидразин сульфат	0,0002	печень, гормон (щитовидная железа), органы дыхания, селезенка
	Гликолевые эфиры	0,02	
1071-83-6	Глифосат	0,35	
50-29-3	ДДТ	0,00175	печень, гормон.
124-18-5	Декан	1,05	системн., ЦНС, кровь
52918-63-5	Дельтаметрин	0,035	
117-81-7	Ди(2-этилгексил)фталат	0,01	печень, органы дыхания, гормон.
1303-86-2	Дибор триоксид	0,02	органы дыхания, репрод. (семенники)
300-76-5	Дибром	0,007	
74-95-3	Дибромметан	0,035	
124-48-1	Дибромхлорметан	0,07	
84-74-2	Дибутилфталат	0,05	гормон., развитие, репрод.
1314-62-1	Диванадий пентоксид	7,00E-05	органы дыхания
13701-70-7	Диванадий сульфат	7,00E-05	органы дыхания
94-74-6	Дикотекс	0,0017	
115-32-2	Дикофол	0,0042	гормон.
141-66-2	Дикротофос	0,00035	развитие
1317-34-6	Димарганец триоксид	5,00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания
124-40-3	Диметиламин	2,00E-05	
75-18-3	Диметилсульфид	0,029	метаплазия эпителия
120-61-6	Диметилтерефталат	0,35	
122-09-8	Диметилфенетиламин	0,0035	
131-11-3	Диметилфталат	35	
1746-01-6	Диоксины (хлорированные дибензодиоксины)	4,00E-08	системн., развитие, печень, репрод., гормон, органы дыхания, кровь
117-84-0	Диоктилфталат	0,07	
298-04-4	Дисульфотон	0,00017	
330-54-1	Диурон	0,007	
122-39-4	Дифениламин	0,014	

CAS	Вещество	RFC_3 мг/м^3	Критические органы/системы
25321-22-6	Дихлорбензол	0,2	
75-71-8	Дихлордифторметан	0,2	снижение массы тела, развитие, печень
75-09-2	Дихлорметан	0,4	печень, ЦНС, серд.-сос. система, почки, кровь (COHb)
62-73-7	Дихлорофос	0,0005	ЦНС, биохим. (ХЭ)
120-36-5	Дихлорпроп	0,17	
1300-21-6	Дихлорэтан	0,4	развитие, печень, почки, ЦНС
77-73-6	Дициклопентадиен	0,0002	
60-57-1	Диэлдрин	0,00035	печень, гормон.
111-42-2	Диэтаноламин	0,02	серд.-сос. система, нервная система
109-89-7	Диэтиламин	0,04	
60-29-7	Диэтиловый эфир	0,7	
84-66-2	Диэтилфталат	0,05	
112-40-3	Додекан	2	ЦНС
	Древесная пыль	0,05	органы дыхания (по взвеш. в-вам)
7439-89-6	Железо	0,6	органы дыхания
1309-37-1	Железо (III) оксид	0,04	
1347-81-0	Железо дихлорид	0,6	органы дыхания
1332-37-2	Железо оксид	0,04	
7720-78-7	Железо(II) сульфат	0,007	
107-44-8	Зарин	3,00E-06	
	Зерновая пыль	0,075	органы дыхания, глаза, кожа, иммун. (сенсиб).
96-64-0	Зоман	3,00E-06	
123-92-2	Изоамилацетат	0,72	
78-83-1	Изобутанол	1,5	
110-19-0	Изобутилацетат	0,97	
115-11-7	Изобутилен	2,6	органы дыхания
67-63-0	Изопропанол	7	печень, почки, развитие
108-21-4	Изопропилацетат	1,4	
98-82-8	Изопропилбензол	0,4	почки, гормон. (надпочечники), ЦНС
78-59-1	Изофорон	0,012	системн. (масса тела), развитие, почки
505-60-2	Иприт	0,0001	
36734-19-7	Ипродион	0,14	
7440-43-9	Кадмий	2,00E-05	почки, органы дыхания, гормон., рак
75-60-5	Какодиловая кислота	0,01	
13765-19-0	Кальций хромат	2,00E-05	органы дыхания
12007-56-6	Кальция борат	0,02	органы дыхания, репрод.
105-60-2	Капролактам	1,75	
133-06-2	Каптан	0,45	
191906	Каптофол	0,007	
63-25-2	Карбарил	0,385	гормон., биохим. (ХЭ)
55285-14-8	Карбосульфан	0,035	
1563-66-2	Карбофуран	0,0175	
8008-20-6	Керосин	0,01	печень

CAS	Вещество	RFC_3 мг/м^3	Критические органы/системы
7085-19-0	Килпроп	0,0035	
7440-48-4	Кобальт	2,00E-05	органы дыхания
56-72-4	Корал	0,0009	
1319-77-3	Крезол	0,004	кровь, нервная сист., масса тела
14464-46-1	Кремний диоксид (более 70 % SiO_2)	0,003	органы дыхания
14464-46-1	Кремний диоксид (содержание SiO_2 ниже 20 %)	0,05	органы дыхания (по взвеш.в-вам)
60676-86-0	Кремний диоксид аморфный	0,05	органы дыхания (по взвеш. в-вам)
14808-60-7	Кремний кристаллический	0,003	органы дыхания, иммун. (ауто-иммун.), риск силикоза 0,3% на 1 мг/м^3 х (число лет)
1330-20-7	Ксилол	0,1	ЦНС, органы дыхания, почки, печень
58-89-9	Линдан	0,0003	почки, гормон.
330-55-2	Линурон	0,007	
14307-35-8	Литий хромат	0,0002	
83055-99-6	Лондакс	0,7	
541-25-3	Люизит	0,003	
7439-95-4	Магний	0,1	
1309-48-4	Магний оксид	0,05	ЦНС
121-75-5	Малатион	0,07	гормон.
108-31-6	Малеиновый ангидрид	0,0002	органы дыхания
12427-38-2	Манеб	0,018	гормон. (щитовидн. жел.)
7439-96-5	Марганец	5,00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания
1313-13-9	Марганец диоксид	5,00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания
598-62-9	Марганец карбонат	5,00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания
1317-35-7	Марганец тетроксид	5,00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания
2145076	Марганец хлорид	5,00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания
12079-65-1	Марганец циклопентадиенил три-карбонил	0,0006	
1344-43-0	Марганец (II) оксид	5,00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания
17141-63-8	Марганец (II) нитрат гексагидрат	5,00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания
	Марганец (II) сульфат пентагидрат	5,00E-05	ЦНС, нервная система, органы дыхания
8012-95-1	Масла минеральные нефтяные	0,05	печень, почки, органы дыхания
7440-50-8	Медь	2,00E-05	органы дыхания, системн.
1317-39-1	Медь (I) оксид	2,00E-05	органы дыхания, системн.
142-71-2	Медь ацетат	2,00E-05	органы дыхания, системн.
7447-39-4	Медь дихлорид	5,00E-05	органы дыхания, системн.
1317-38-0	Медь оксид	2,00E-05	органы дыхания, системн.
7758-98-7	Медь сульфат	2,00E-05	органы дыхания, системн.
14013-02-6	Медь сульфит	2,00E-05	органы дыхания, системн.
22205-45-4	Медь (I) сульфид	2,00E-05	органы дыхания, системн.

CAS	Вещество	RFC, мг/м^3	Критические органы/системы
7758-89-6	Медь (I) хлорид	5,00E-05	органы дыхания, системн.
1317-40-4	Медь (II) сульфид	2,00E-05	органы дыхания, системн.
93-65-2	Мекопроп	0,0035	
8065-48-3	Меркаптофос	0,00014	
126-98-7	Метакрилонитрил	0,0007	ЦНС, биохим. (ферменты)
10265-92-6	Метамидофос	1,365	
74-82-8	Метан	50	
67-56-1	Метанол	4	развитие
298-00-0	Метафос	0,00087	
950-37-8	Метидатион	0,0035	
96-33-3	Метилакрилат	0,048	
79-20-9	Метилацетат	3,5	
9016-87-9	Метилендиизоцианат полимер	0,0006	
624-83-9	Метилизоцианат	0,001	органы дыхания, системн., развитие, репрод.
74-93-1	Метилмеркаптан	0,001	органы дыхания, ЦНС
80-62-6	Метилметакрилат	0,7	органы дыхания (ольфакторный эпителий), ЦНС
1634-04-4	Метил-трет-бутиловый эфир	3	печень, почки, глаза
79-22-1	Метилхлорформиат	3,5	
108-87-2	Метилциклогексан	3	почки
96-37-7	Метилциклопентан	0,2	ЦНС
72-43-5	Метоксихлор	0,017	гормон.
51218-45-2	Метолахлор	0,5	
16752-77-5	Метомил	0,0087	гормон.
21087-64-9	Метрибуцин	0,087	
	Минеральные волокна	0,024	
2385-85-5	Мирекс	0,0007	гормон.
108-38-3	м-Ксилол	0,1	ЦНС, органы дыхания, почки, печень
7439-98-7	Молибден	0,012	
2212-67-1	Молинат	0,007	
10599-90-3	Монохлорамин	0,35	печень, почки, системн.
64-18-6	Муравьиная кислота	0,003	органы дыхания (носовая полость)
7440-38-2	Мышьяк	3,00E-05	развитие (тератоген.), нервная сист., серд.-сос. сист., органы дыхания, рак
15299-99-7	Напропамид	0,35	
1310-73-2	Натрий гидроксид	0,002	органы дыхания, глаза
10588-01-9	Натрий дихромат	0,0002	
6834-92-0	Натрий силикат	0,05	органы дыхания (по взвеш. в-вам)
7681-49-4	Натрий фторид	0,014	костная система, органы дыхания
91-20-3	Нафталин	0,003	органы дыхания
2228840	Нефть и нефтепродукты	0,071	почки
7440-02-0	Никель	5,00E-05	органы дыхания, кровь, иммун., рак, ЦНС
13463-39-3	Никель карбонил	5,00E-05	печень, кровь, органы дыхания
1313-99-1	Никель оксид	2,00E-05	органы дыхания, кровь

CAS	Вещество	RFC_3 мг/м^3	Критические органы/системы
12035-72-2	Никель субсульфид	2,00E-05	органы дыхания, кровь, иммун., рак
7786-81-4	Никель сульфат	5,00E-05	органы дыхания, кровь, иммун.
7718-54-9	Никель хлорид	5,00E-05	органы дыхания, кровь, иммун.,
7440-02-0	Никель, растворимые соли	5,00E-05	органы дыхания, кровь, иммун.
98-95-3	Нитробензол	0,03	печень, почки, кровь, эндокрин. (надпочечники)
55-63-0	Нитроглицерин	0,1	
111-84-2	Нонан	1,05	системн., ЦНС
51-98-9	Норестирен ацетат	0,0005	
	Общие углеводороды (по С)	0,071	глаза, органы дыхания, печень, почки, ЦНС
10028-15-6	Озон	0,03	органы дыхания
23135-22-0	Оксамил	0,087	
301-12-2	Оксидеметонметил	0,0017	
95-47-6	о-Ксилол	0,1	ЦНС, органы дыхания, почки, печень
88230-35-7	Оксогексилацетат	0,081	
111-65-9	Октан	0,35	системн., ЦНС
7440-31-5	Олово	0,02	
21651-19-4	Олово (II) оксид	0,02	
88-73-3	о-Нитрохлорбензол	7,00E-05	органы дыхания, кровь (MetHb)
7664-38-2	Ортофосфорная кислота	0,01	органы дыхания
56-38-2	Паратион	0,021	гормон.
32534-81-9	Пентабромдифенилоксид	0,007	
109-66-0	Пентан	0,2	ЦНС, органы дыхания
608-93-5	Пентахлорбензол	0,0028	
82-68-8	Пентахлорнитробензол	0,005	
87-86-5	Пентахлорфенол	0,1	печень, почки, развитие, гормон.
198-55-0	Перилен	0,071	почки
52645-53-1	Перметрин	0,053	
2278-22-0	Пероксиацетилнитрат	0,0032	
110-89-4	Пиперидин	0,14	
13457-18-6	Пиразофос	0,014	
129-00-0	Пирен	0,1	
110-86-1	Пиридин	0,007	печень
23103-98-2	Пиримор	0,07	
106-42-3	п-Ксилол	0,1	ЦНС, органы дыхания, почки, печень
100-00-5	п-Нитрохлорбензол	0,0006	кровь (MetHb), селезенка
1336-36-3	Полихлорированные бифенилы	0,0012	гормон., печень, масса тела
23950-58-5	Пронамид	0,26	
57-55-6	Пропан-1,2-диол	0,003	органы дыхания (носовая полость)
103-65-1	Пропилбензол	0,02	
115-07-1	Пропилен	3	органы дыхания
75-56-9	Пропиленоксид	0,03	органы дыхания, рак
79-09-4	Пропионовая кислота	0,3	
114-26-1	Пропоксур	0,014	

CAS	Вещество	RFC, мг/м³	Критические органы/системы
98-56-6	п-Хлорбензотрифторид	0,07	
	Пыль цементного производства (SiO_2 20—70 %)	0,1	органы дыхания, иммун. система (сенсиб.)
1918-16-7	Рамрод	0,032	
7439-97-6	Ртуть	0,0003	ЦНС, гормон., почки
22967-92-6	Ртуть(1+)метил-ион	2,00E-05	
7487-94-7	Ртуть(II)хлорид	0,0003	
	Сажа	0,05	органы дыхания; системн., зубы
7439-92-1	Свинец	0,0005	ЦНС, кровь, развитие, репрод. сист., гормон., почки
1335-32-6	Свинец ацетат, основной	0,001	
7782-49-2	Селен	8,00E-05	органы дыхания, системн.
7446-34-6	Селен сульфид	0,003	органы дыхания, системн.
7446-09-5	Сера диоксид	0,05	органы дыхания, смертность
7440-22-4	Серебро металлическое	0,02	кожа
7664-93-9	Серная кислота	0,001	органы дыхания
75-15-0	Сероуглерод	0,7	ЦНС, развитие (фетотоксичность, тератогенность)
122-34-9	Симазин	0,0175	
100-42-5	Стирол	1	ЦНС, системн. (масса тела), гормон.
96-09-3	Стиролоксид	0,006	органы дыхания, системн.
14808-79-8	Сульфаты	0,025	органы дыхания, серд.-сос. система
7440-36-0	Сурьма	0,0004	органы дыхания
1309-64-4	Сурьма трехокись	0,0002	органы дыхания
77-81-6	Табун	3,00E-06	
33089-61-1	Тактик	0,00875	
7440-28-0	Таллий	0,00028	
13494-80-9	Теллур	0,0005	органы дыхания
110-01-0	Тетрагидротиофен	0,65	гормон. (надпочечники)
109-99-9	Тетрагидрофуран	0,3	
56-23-5	Тетрахлорметан	0,04	печень, развитие, ЦНС, почки
25167-83-3	Тетрахлорфенол	0,09	печень
127-18-4	Тетрахлорэтилен	0,035	развитие, НС, почки, печень
108-98-5	Тиофенол	3,00E-05	печень
7440-32-6	Титан	0,03	
13463-67-7	Титан диоксид	0,03	органы дыхания
7550-45-0	Титан тетрахлорид (по HCl)	0,0001	органы дыхания
137-26-8	ТМТД	0,0175	
8001-35-2	Токсафен	0,00087	печень, гормон.
57018-04-9	Толклофос-метил	0,175	
108-88-3	Толуол	0,4	ЦНС, развитие, органы дыхания
91-08-7	Толуол-2,6-диизоцианат	0,0002	органы дыхания, иммун. (сенсиб.)
26471-62-5	Толуолдиизоцианат	7,00E-05	органы дыхания, иммун. (сенсиб.)
156-60-5	транс-1,2-Дихлорэтилен	7,93	
75-65-0	трет-Бутанол	3	
1582-09-8	Трефлан	0,026	гормон
24017-47-8	Триазофос	0,0035	

CAS	Вещество	RFC, мг/м^3	Критические органы/системы
2303-17-5	Триаллат	0,0455	
82097-50-5	Триасульфурон	0,035	
102-82-9	Трибутиламин	0,007	
629-50-5	Тридекан	2	ЦНС
30498-63-6	Триметилциклогексан	2	ЦНС
900-95-8	Трифенилацетатолово	0,00017	
639-58-7	Трифенилоловохлорид	0,0017	
75-69-4	Трихлорфторметан	20	смертность, развитие, почки, органы дыхания
79-01-6	Трихлорэтилен	0,04	ЦНС, печень, гормон., развитие, глаза, почки
1314-84-7	Трицинк дифосфид	0,0003	масса тела
102-71-6	Триэтаноламин	0,05	
121-44-8	Триэтиламин	0,007	органы дыхания, иммун., глаза
8030-30-6	Уайт-спирит	1	ЦНС
630-08-0	Углерод оксид	3	кровь, серд.-сос.сист., развитие, ЦНС
463-58-1	Углерод оксид сульфид	0,3	развитие (фетотоксичность, тератогенность), серд.-сос. система
64-19-7	Уксусная кислота	0,25	
1120-21-4	Ундекан	2	ЦНС
7440-61-1	Уран, растворимые в воде соединения	0,0003	почки
85-01-8	Фенантрен	0,002	печень, почки
108-45-2	Фенилен-1,3-диамин	0,021	
106-50-3	Фенилен-1,4-диамин	0,66	
103-82-2	Фенилуксусная кислота	0,2	ЦНС
122-14-5	Фенитротион	0,0044	
108-95-2	Фенол	0,006	серд.-сос. сист., почки, ЦНС, печень, органы дыхания
55-38-9	Фентион	0,0024	
206-44-0	Флуорантен	0,14	
86-73-7	Флуорен	0,14	
50-00-0	Формальдегид	0,003	органы дыхания, глаза, иммун. (сенсиб.)
75-44-5	Фосген	0,0003	органы дыхания
7786-34-7	Фосдрин	0,00087	
60-51-5	Фосфамид	0,0007	
7803-51-2	Фосфин	0,0003	системн. (масса тела), печень, нервная сист.
12185-10-3	Фосфор желтый	7,00E-05	репрод., системн., алопеция
	Фреоны (фторуглеводороды хлорированные)	0,7	ЦНС
85-44-9	Фталевый ангидрид	0,02	органы дыхания
7782-41-4	Фтор	0,034	
75-43-4	Фтордихлорметан	0,6	системн.
16984-48-8	Фториды неорганические хорошо растворимые	0,013	костная система; органы дыхания
16984-48-8	Фториды твердые	0,013	органы дыхания, костная сист., зубы

CAS	Вещество	RFC_3 мг/м^3	Критические органы/системы
7664-39-3	Фтористо-водородная кислота	0,03	костная система; органы дыхания
	Фтористые соединения, плохо растворимые в воде	0,013	костная система, органы дыхания
110-00-9	Фуран	0,002	
98-01-1	Фурфурол	0,05	органы дыхания
7782-50-5	Хлор	0,0002	органы дыхания
10049-04-4	Хлор диоксид	0,0002	органы дыхания
510-15-6	Хлорбензилат	0,07	
108-90-7	Хлорбензол	0,06	печень, почки, репрод., кровь
57-74-9	Хлордан	2,00E-05	печень, гормон.
12789-03-6	Хлордан технический	0,0007	
75-45-6	Хлордифторметан	50	почки, эндокрин. (надпочечники, гипофиз), развитие
90982-32-4	Хлоримурон-этил	0,07	
5120-73-9	Хлорированные дибензофураны (смесь изомеров)	4,00E-08	печень, иммун., репрод., развитие, гормон., органы дыхания, кровь, серд.-сос. система
	Хлорированные диоксины и дибензофураны	4,00E-08	печень, иммун., репрод., развитие, гормон., органы дыхания, кровь, серд.-сос. система
7647-01-0	Хлористо-водородная кислота	0,02	органы дыхания
101-21-3	Хлор-ИФК	0,7	
74-87-3	Хлорметан	0,09	ЦНС, нервная система, печень, почки, репрод.
107-30-2	Хлорметоксиметан	0,0018	
1897-45-6	Хлороталонил	0,052	
67-66-3	Хлороформ	0,098	печень, развитие, почки, ЦНС
52-68-6	Хлорофос	0,007	
76-06-2	Хлорпикрин	0,004	печень, органы дыхания, системн.
2921-88-2	Хлорпирифос	0,01	
5598-13-0	Хлорпирифосметил	0,035	
64902-72-3	Хлорсульфурон	0,175	
60238-56-4	Хлортиофос	0,0028	
79-11-8	Хлоруксусная кислота	0,007	
470-90-6	Хлорфенвинфос	0,007	
75-00-3	Хлорэтан	10	развитие, жел.-киш. тракт
7440-47-3	Хром	0,0001	органы дыхания, печень, почки, иммун., жел.-киш. тракт
16065-83-1	Хром (III)	0,005	органы дыхания
18540-29-9	Хром (YI)	0,0001	органы дыхания, рак
1333-82-0	Хром триоксид	0,0001	органы дыхания
7738-94-5	Хромовая кислота	1,00E-05	органы дыхания
7440-45-1	Церий и его неорганические соединения	0,0002	селезенка, органы дыхания
21725-46-2	Цианазин	0,007	
57-12-5	Цианиды	0,003	нервная система, гормон. (щитовидная железа), масса тела
110-82-7	Циклогексан	6	развитие (снижение массы тела новорожденных)
108-93-0	Циклогексанол	2,00E-05	мышечн. система

CAS	Вещество	RFC, мг/м³	Критические органы/системы
108-94-1	Циклогексанон	1	
12122-67-7	Цинеб	0,175	гормон. (щитовидн. железа)
7440-66-6	Цинк	0,0009	органы дыхания, иммун. (сенс.), кровь
1314-13-2	Цинк оксид	0,035	серд.-сос. сист., кровь, органы дыхания
7733-02-0	Цинк сульфат	0,0009	органы дыхания, иммун. (сенс.), кровь
52315-07-8	Циперметрин	0,035	
66215-27-8	Циромазин	0,026	
156-59-2	цис-1,2-Дихлорэтилен	7,93	
	Эмиссии дизельных двигателей	0,005	органы дыхания
115-29-7	Эндосульфан	0,021	гормон.
145-73-3	Эндоталл	0,07	
72-20-8	Эндрин	0,0007	печень
106-89-8	Эпихлоргидрин	0,001	органы дыхания, глаза
759-94-4	Эптам	0,087	
64-17-5	Этанол	100	ЦНС, органы дыхания
140-88-5	Этилакрилат	0,048	
141-78-6	Этилацетат	3,2	органы дыхания, системн., ЦНС
100-41-4	Этилбензол	1	развитие, печень, почки, гормон.
74-85-1	Этилен	0,1	кровь, серд.-сос. сист., иммунн.
107-21-1	Этиленгликоль	0,4	органы дыхания, почки, развитие
107-15-3	Этилендиамин	0,3	
151-56-4	Этиленимин	0,006	
75-21-8	Этиленоксид	0,005	кровь, мутаген., органы дыхания, серд.-сос. сист.
96-45-7	Этилентиомочевина	0,003	печень, гормон.
75-08-1	Этилмеркаптан	0,001	органы дыхания
97-63-2	Этилметакрилат	0,315	
1678-91-7	Этилциклогексан	0,2	ЦНС
13194-48-4	Этопроп	0,00035	

2.3. Референтные дозы при хроническом пероральном поступлении

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
120–23–0	(2-Нафтокси)уксусная кислота	0,0012	жел.-киш. тракт
4180-23-8	1-(4-Метоксифенил)-1-пропен(транс)	0,6	
630-20-6	1,1,1,2-Тетрахлорэтан	0,03	почки, печень
71-55-6	1,1,1-Трихлорэтан	0,09	печень, масса тела, смертность
79-34-5	1,1,2,2-Тетрахлорэтан	0,06	печень
598-77-6	1,1,2-Трихлорпропан	0,005	печень, почки, гормон. (щитовидная жел.)
79-00-5	1,1,2-Трихлорэтан	0,004	биохим., иммун., печень
57-14-7	1,1-Диметилгидразин	0,00014	
75-68-3	1,1-Дифтор-1-хлорэтан	14	
75-37-6	1,1-Дифторэтан	11	

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
75-34-3	1,1-Дихлорэтан	0,0027	масса тела, почки, смертность
75-35-4	1,1-Дихлорэтилен	0,05	печень, почки, кровь
76-13-1	1,2,2-Трифтор-1,1,2-трихлорэтан	30	ЦНС, печень
634-66-2	1,2,3,4-Тетрахлорбензол	0,0034	
634-90-2	1,2,3,5-Тетрахлорбензол	0,00041	
109719-77-9	1,2,3,7,8-Пентахлордибензофуран	3,00E-08	
2613-69-6	1,2,3-Триметилциклопентан	0,06	ЦНС
87-61-6	1,2,3-Трихлорбензол	0,0015	печень
96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	0,006	кровь, биохим., почки
96-19-5	1,2,3-Трихлорпропен	0,01	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	0,05	почки, биохим., масса тела, кровь, почки
2613-72-1	1,2,4-Триметилциклопентан	0,06	ЦНС
120-82-1	1,2,4-Трихлорбензол	0,01	гормон. (надпочечники), развитие, печень, почки
106-93-4	1,2-Дибромэтан	0,009	гонад. (семенники), печень, гормон. (надпочечники)
528-29-0	1,2-Динитробензол	0,0001	селезенка
95-50-1	1,2-Дихлорбензол	0,09	печень, почки
78-87-5	1,2-Дихлорпропан	0,09	печень, почки, гормон.
107-06-2	1,2-Дихлорэтан	0,0029	
540-59-0	1,2-Дихлорэтилен	0,009	биохим. (повышение активности ЩФ), печень
52125-53-8	1,2-Пропандиол, моноэтиловый эфир	0,7	
108-67-8	1,3,5-Триметилбензол	0,05	печень, почки, масса тела
99-35-4	1,3,5-Тринитробензол	0,002	кровь, биохим., селезенка
108-70-3	1,3,5-Трихлорбензол	0,006	печень, почки
99-65-0	1,3-Динитробензол	0,0001	селезенка
108-46-3	1,3-Диоксибензол	0,02	гормон. (щитовидная железа)
541-73-1	1,3-Дихлорбензол	0,0009	почки
142-28-9	1,3-Дихлорпропан	0,02	печень, почки
542-75-6	1,3-Дихлорпропен	0,03	жел.-киш. тракт
10061-02-6	1,3-Дихлорпропен(E), транс-	0,0003	
10061-01-5	1,3-Дихлорпропен(Z),цис-	0,0003	
106-37-6	1,4-Дибромбензол	0,01	печень
589-90-2	1,4-Диметилциклогексан	0,06	ЦНС
100-25-4	1,4-Динитробензол	0,0001	селезенка
123-91-1	1,4-Диоксан	0,85714	
123-31-9	1,4-Диоксибензол	0,04	кровь, почки
505-29-3	1,4-Дитиан	0,01	органы дыхания, органы чувств (ольфакт. эпителий)
106-46-7	1,4-Дихлорбензол	0,03	печень, почки
71-36-3	1-Бутанол	0,1	ЦНС, нервная сист.
106-88-7	1-Бутеноксид	0,0057	
7173-51-5	1-Деканаминий, N-децил-N,N-диметил-, хлорид	0,01	системн.

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
872-05-9	1-Децен	0,03	почки
90-12-0	1-Метилнафталин	0,07	органы дыхания
107-98-2	1-Метокси-2-пропанол	0,7	печень, почки
86-87-3	1-Нафталинуксусная кислота	0,05	нет эффекта
556-88-7	1-Нитрогуанидин	0,1	развитие, системн.
124-19-6	1-Нонаналь	0,1	
124-11-8	1-Нонен	0,03	почки
71-23-8	1-Пропанол	0,19	
821-95-4	1-Ундецен	0,03	почки
98-85-1	1-Фенилэтанол	0,1	
109-69-3	1-Хлорбутан	0,4	кровь, системн. (смертность)
90-13-1	1-Хлорнафталин	0,08	печень
1569-02-4	1-Этокси-2-пропанол	0,7	системн. (масса тела)
112-34-5	2-(2-Бутоксиэтокси)этанол	0,01	кровь
148-79-8	2-(4-Тиазолил)-бензимидазол	0,1	печень, масса тела, развитие, рак
53404-22-1	2-(м-Хлорфенокси)пропионовая кислота, натриевая соль	0,0125	нет эффекта
21564-17-0	2-(Тиоцианометилтио)бензо(d)1,3-тиазол	0,004	кровь, системн., жел.-киш. тракт
111-90-0	2-(Этоксиэтокси)этанол	0,06	почки, печень
302-17-0	2,2,2-Трихлорэтандиол	0,1	печень, ЦНС, жел.-киш. тракт
91-53-2	2,2,4-Триметил-6-этокси-1,2-дигидрохинолин	0,03	печень
72-55-9	2,2-Бис(п-хлорфенил)-1,1-дихлорэтилен	0,0005	гормон., 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	ЦНС
58-90-2	2,3,4,6-Тетрахлорфенол	0,03	печень
92-84-2	2,3,5,6-Дибензо-1,4-тиазин	0,002	
117-18-0	2,3,5,6-Тетрахлорнитробензол	0,01	
1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордибензо-п-диоксин	1,00E-09	развитие, гормон.
78-34-2	2,3-бис-(О,О-Диэтилдитиофосфорил)диоксан-1,4	0,0015	
79-29-8	2,3-Диметилбутан	0,06	ЦНС
565-59-3	2,3-Диметилпентан	0,06	ЦНС
117-80-6	2,3-Дихлор-1,4-нафтохинон	0,08	почки
616-23-9	2,3-Дихлор-1-пропанол	0,003	печень, ЦНС, серд.-сос. сист.
765-34-4	2,3-Эпоксипропаналь	0,0004	почки, кровь, гормон. (надпочечники), системн. (масса тела)
93-79-8	2,4,5-Т, бутиловый эфир	0,04	
93-76-5	2,4,5-Трихлорфеноксиуксусная кислота	0,01	развитие, печень, почки, кровь, гормон.
95-95-4	2,4,5-Трихлорфенол	0,1	печень, почки
118-96-7	2,4,6-Тринитротолуол	0,0005	печень, рак
88-89-1	2,4,6-Тринитрофенол	6,00E-05	почки
88-06-2	2,4,6-Трихлорфенол	0,04	

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
94-75-7	2,4-Д	0,01	печень, почки, кровь, гормон., кровь
1928-43-4	2,4-Д, 2-этилгексиловый эфир	0,01	
589-43-5	2,4-Диметилгексан	0,06	ЦНС
105-67-9	2,4-Диметилфенол	0,02	системн. (клиника), ЦНС, кровь
121-14-2	2,4-Динитротолуол	0,002	кровь, печень, нервная сист.
51-28-5	2,4-Динитрофенол	0,002	глаза (катаракта), системн.
120-83-2	2,4-Дихлорфенол	0,003	иммун.
2216-30-0	2,5-Диметилгептан	0,6	ЦНС
576-26-1	2,6-Диметилфенол	0,0006	печень, почки, селезенка
606-20-2	2,6-Динитротолуол	0,001	кровь, системн. (смертность), ЦНС
99-30-9	2,6-Дихлор-4-нитроанилин	0,025	печень
1194-65-6	2,6-Дихлорбензонитрил	0,013	печень, гормон.
823-40-5	2,6-Толуолдиамин	0,2	
96-91-3	2-Амино-4,6-динитрофенол	0,002	глаза (катаракта)
132-27-4	2-Бифенилол, натриевая соль	0,02	
52-51-7	2-Бром-2-нитропандиол-1,3	0,002	системн., жел.-киш. тракт
78-92-2	2-Бутанол	0,1	
78-93-3	2-Бутанон	0,6	развитие
111-76-2	2-Бутоксиэтанол	0,5	кровь
591-78-6	2-Гексанон	0,04	
88-85-7	2-Изобутил-4,6-динитрофенол	0,001	развитие
149-30-4	2-Меркаптобензотиазол	0,1	системн.
98-06-6	2-Метил-2-фенилпропан	0,01	
534-52-1	2-Метил-4,6-динитрофенол	0,0001	глаза (катаракта), системн.
591-76-4	2-Метилгексан	0,06	ЦНС
91-57-6	2-Метилнафталин	0,009	органы дыхания (поражение альвеол)
107-83-5	2-Метилпентан	0,06	ЦНС
95-70-5	2-Метил-п-фенилендиамин	0,6	
95-48-7	2-Метилфенол	0,05	системн. (масса тела), ЦНС
90-04-0	2-Метоксианилин	0,004	щитовидн. железа, почки, селезенка
109-86-4	2-Метоксиэтанол	0,001	
110-49-6	2-Метоксиэтилацетат	0,002	
88-74-4	2-Нитроанилин	0,003	кровь, MetHb
79-46-9	2-Нитропропан	0,0057	
88-72-2	2-Нитротолуол	0,01	кровь, MetHb, селезенка
88-75-5	2-Нитрофенол	0,0028	
98-83-9	2-Фенил-1-пропен	0,07	печень, почки
90-43-7	2-Фенилфенол	0,02	
126-99-8	2-Хлорбута-1,3-диен	0,02	
91-58-7	2-Хлорнафталин	0,08	системн. (диспноэ, нарушение внешнего вида), печень
75-29-6	2-Хлорпропан	0,029	
95-49-8	2-Хлортолуол	0,02	системн. (масса тела)
95-57-8	2-Хлорфенол	0,005	репрод., развитие

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
110-80-5	2-Этоксиэтанол	0,4	репрод (семенники)., гормон. (надпочечники), системн. (масса тела)
111-15-9	2-Этоксиэтилацетат	0,3	развитие
95-65-8	3,4-Диметилфенол	0,001	печень, почки, селезенка, серд.-сос. сист.
1702-17-6	3,6-Дихлорпиридин-2-карбоновая кислота	0,5	системн.
106-22-9	3,7-Диметил-6-октен-1-ол	0,5	
591-27-5	3-Аминофенол	0,07	гормон. (щитовидная жел.), системн. (масса тела)
55406-53-6	3-Йодпропинилбутилкарбамат	0,07	системн., биохим. (ХЭ)
108-39-4	3-Метилфенол	0,05	почки, нервная сист., системн. (масса тела)
121-33-5	3-Метокси-4-гидроксибензаль-дегид	10	
99-09-2	3-Нитроанилин	0,0003	кровь, MetHb
99-08-1	3-Нитротолуол	0,02	кровь
123-33-1	3-Оксипиридазон-6	0,5	почки, системн.
88-30-2	3-Трифторметил-4-нитрофенол	0,62	
96-12-8	3-Хлор-1,2-дибромпропан	5,00E-05	гормон.
111-35-3	3-Этоксипропанол-1	0,7	
101-77-9	4,4'-Диаминодифенилметан	0,08	
80-08-0	4,4-Диаминодифенилсульфон	0,009	
90-98-2	4,4'-Дихлорбензофенон	0,03	
80-07-9	4,'4-Дихлордифенилсульфон	0,005	печень
80-05-7	4,4'-Изопропилидендифенол	0,05	масса тела
101-14-4	4,4'-Метиленбис(2-хлоранилин)	0,003	печень
101-68-8	4,4'-Метилендифенилизоцианат	0,00017	
72-54-8	4,4-Тетрахлордифенилэтан	0,0005	гормон., печень
131-89-5	4,6-Динитро-о-циклогексилфенол	0,002	глаза (катаракта)
504-24-5	4-Аминопиридин	2,00E-05	печень, ЦНС
101-55-3	4-Бромдифенилоксид	0,058	
121-32-4	4-Гидрокси-3-этоксибензальдегид	3	
108-10-1	4-Метил-2-пентанон	0,08	почки, печень, ЦНС
109-02-4	4-Метилморфолин	0,0027	
17301-94-9	4-Метилнонан	0,6	ЦНС
106-44-5	4-Метилфенол	0,005	системн. (смертность, масса тела), ЦНС
100-01-6	4-Нитроанилин	0,003	селезенка
1504-63-8	4-Нитрокоричный спирт	0,04	кровь, биохим.
99-99-0	4-Нитротолуол	0,01	селезенка
100-02-7	4-Нитрофенол	0,008	системн. (смертность), печень
59-50-7	4-Хлор-3-метилфенол	0,03	гормон., ЦНС
106-47-8	4-Хлоранилин	0,004	селезенка
74-11-3	4-Хлорбензойная кислота	0,2	
106-43-4	4-Хлортолуол	0,02	
122-88-3	4-Хлорфеноксиуксусная кислота; 4-CPA	0,006	

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
2058-46-0	5-Гидрокситетрациклин гидрохлорид	0,005	антимикробн.
620-02-0	5-Метилфурфураль	0,5	
81334-60-3	АС 263,222 (Кадр)	0,5	мышечн. сист.
15356-70-4	DL-Ментол	0,2	
5989-27-5	D-Лимонен	0,1	печень
28057-48-9	D-транс-Аллетрин	0,005	печень, биохим.
121-69-7	N,N-Диметиланилин	0,002	селезенка, кровь
127-19-5	N,N-Диметилацетамид	0,025	
68-12-2	N,N-Диметилформамид	0,1	печень
74-31-7	N,N'-Дифенил-п-фенилендиамин	0,0003	развитие
148-18-5	N,N-Диэтилдитиокарбамат натрия	0,03	глаза (катаракта)
134-62-3	N,N-Диэтил-м-толуамид	0,9	масса тела
617-84-5	N,N-Диэтилформамид	0,0004	масса тела
479-45-8	N-Метил-2,4,6,N-тетранитроанилин	0,01	почки, печень, селезенка
	N-Метилсульфаминовая кислота	0,05	почки
62-75-9	N-Нитрозодиметиламин	8,00E-06	развитие
621-64-7	N-Нитрозодипропиламин	0,25	
86-30-6	N-Нитрозодифениламин	0,02	глаза (помутнение роговой оболочки), масса тела
133-07-3	N-Трихлорметилтиофталимид	0,1	биохим., жел.-киш. тракт, системн. (масса тела)
2591-86-8	N-Формилпиперидин	0,011	
50782-69-9	VX-газ	5,00E-07	биохим. (ХЭ), ЦНС
71751-41-2	Абамектин	0,001	
3383-96-8	Абат	0,02	печень
65195-55-3	Авермектин В1	0,0004	развитие
105827-78-9	Адмир	0,057	гормон.
35575-96-3	Азаметифос (ЦГА-18809)	0,0025	биохим. (ХЭ крови)
68049-83-2	Азафенидин	0,003	печень
36476-78-5	Азетидин-3-карбоновая кислота	0,0005	кровь, биохим.
86-50-0	Азинфос-метил	0,0028	биохим. (ХЭ), жел.-киш. тракт
10102-44-0	Азот диоксид	1	
10102-43-9	Азот оксид	0,1	
43121-43-3	Азоцен	0,03	кровь, биохим., масса тела
41083-11-8	Азоциклотин	0,001	
79-06-1	Акриламид	0,0002	нервная система, ЦНС
79-10-7	Акриловая кислота	0,5	развитие
107-13-1	Акрилонитрил	0,04	кровь, репрод. (семенники), печень
107-02-8	Акролеин	0,0005	кровь, смертность
1596-84-5	Алар	0,15	
15972-60-8	Алахлор	0,01	кровь, гормон.
1646-88-4	Алдоксикарб	0,001	биохим. (ХЭ), ЦНС
309-00-2	Алдрин	3,00E-05	печень, ЦНС, развитие
	Алифатические углеводороды >С35	20	печень

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
	Алифатические углеводороды С16-С35	2	печень
	Алифатические углеводороды С8-С16	0,1	печень, кровь
	Алифатические углеводороды С9-С12	0,6	
	Алифатические углеводороды С9-С18	0,1	
	Алифатические углеводороды С19-С35	2	
	Алифатические углеводороды С5-С8	0,06	
	Алифатические углеводороды/циклоалканы С5-С8	0,06	ЦНС
74223-64-6	Алли	0,25	системн. (масса тела)
107-05-1	Аллил хлористый	0,05	ЦНС
107-18-6	Аллиловый спирт	0,005	почки, печень
116-06-3	Альдикарб	0,001	нервная система, биохим. (ХЭ), ЦНС, гормон.
1646-87-3	Альдикарб сульфоксид	0,001	
127-41-3	альфа-Ионон	0,1	
319-84-6	альфа-Линдан	0,005	печень
	альфа-Медь	0,019	жел.-киш. тракт, печень
87392-12-9	альфа-Метолахлор	0,1	масса тела
532-27-4	альфа-Хлорацетофенон	1,00E-05	
959-98-8	альфа-Эндосульфан	0,006	
7429-90-5	Алюминий	1	ЦНС
1344-28-1	Алюминий оксид	1	жел.-киш. тракт, ЦНС, масса тела, содержание Al в крови
20859-73-8	Алюминий фосфид	0,0004	системн. (клиника), масса тела
39148-24-8	Алюминий этилфосфит	3	репрод. (семенники)
67485-29-4	Амдро	0,0003	системн., печень, ЦНС
834-12-8	Аметрин	0,009	печень
133-90-4	Амибен	0,015	печень
299-86-5	Амидофос	0,1	
	Аминодинитротолуолы	6,00E-05	
61-82-5	Амитрол	0,0244	гормон.
7664-41-7	Аммиак	0,98	
6484-52-2	Аммоний нитрат	1,6	кровь
7790-98-9	Аммоний перхлорат	3,00E-05	гормон. (щитовидн. железа)
7773-06-0	Аммоний сульфамат	0,2	системн. (масса тела)
104-46-1	Анетол	2	
101-05-3	Анилазин	0,0004	
62-53-3	Анилин	0,007	кровь, селезенка
2540-82-1	Антио	0,02	
120-12-7	Антрацен	0,3	нет эффекта
69327-76-0	Апплауд	0,01	
74115-24-5	Апполо	0,013	печень
140-57-8	Арамит	0,05	печень

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
	Ароматические углеводороды С16-С35	0,03	почки
	Ароматические углеводороды С5-С8	0,2	печень, почки, масса тела
	Ароматические углеводороды С8-С16	0,04	печень, почки
	Ароматические углеводороды/алкены С9-С10	0,03	
	Ароматические углеводороды\алкены С11-С35	0,03	ЦНС
12674-11-2	Арохлор 1016	7,00E-05	развитие
11097-69-1	Арохлор 1254	2,00E-05	иммун., глаза
81405-85-8	Ассерт	0,063	печень
76578-14-8	Ассур	0,009	печень
3337-71-1	Асулам	0,05	печень, репрод. (яичники), гормон.
1912-24-9	Атразин	0,035	серд.-сос. сист., масса тела, гормон., репрод.
1162-65-8	Афлатоксин В1	5,00E-05	
1165-39-5	Афлатоксин G1	5,00E-05	печень
74548-80-4	Афос	0,002	
83-32-9	Аценафтен	0,06	печень, почки
208-96-8	Аценафтилен	0,0036	печень, масса тела
75-07-0	Ацетальдегид	0,04	жел.-киш. тракт
67-64-1	Ацетон	0,9	почки
75-05-8	Ацетонитрил	0,006	кровь, печень
75-86-5	Ацетонциангидрин	0,0008	печень
98-86-2	Ацетофенон	0,1	системн.
34256-82-1	Ацетохлор	0,02	почки, биохим., репрод. (семенники)
30560-19-1	Ацефат	0,004	биохим. (ХЭ), ЦНС
50594-66-6	Ацифлуорфен	0,013	
62476-59-9	Ацифлуорфен, натриевая соль	0,01	почки, системн. (смертность)
333-41-5	Базудин	0,0009	биохим. (ХЭ)
68359-37-5	Байтроид	0,025	почки, системн. (масса тела)
1918-00-9	Банвел	0,03	развитие, системн.
7440-39-3	Барий	0,07	почки, серд.-сос. сист.
543-80-6	Барий ацетат	0,07	почки, серд.-сос. сист.
10048-98-3	Барий водородофосфат	0,07	почки, серд.-сос. сист.
17194-00-2	Барий дигидроксид	0,07	почки, серд.-сос. сист.
1304-29-6	Барий диоксид	0,07	почки, серд.-сос. сист.
10361-37-2	Барий дихлорид	0,07	почки, серд.-сос. сист.
513-77-9	Барий карбонат	0,07	почки, серд.-сос. сист.
10022-31-8	Барий нитрат	0,07	почки, серд.-сос. сист.
1304-28-5	Барий оксид	0,07	почки, серд.-сос. сист.
7727-43-7	Барий сульфат	0,07	почки, серд.-сос. сист.
10326-27-9	Барий хлорид дигидрат	0,07	почки, серд.-сос. сист.
542-62-1	Барий цианид	0,1	
71626-11-4	Беналаксил	0,05	

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
22781-23-3	Бендиокарб	0,004	кровь, глаза (катаракта), биохим. (ХЭ)
1861-40-1	Бенефин	0,3	кровь, печень
56-55-3	Бенз[а]антрацен	0,005	
100-52-7	Бензальдегид	0,1	почки, печень
92-87-5	Бензидин	0,003	печень, ЦНС
100-44-7	Бензил хлористый	0,00342	
140-11-4	Бензилацетат	5	
120-51-4	Бензилбензоат	5	
100-51-6	Бензиловый спирт	0,3	жел.-киш. тракт
61-33-6	Бензилпенициллин	0,0005	
8006-61-9	Бензин	0,2	системн. (масса тела)
50-32-8	Бенз(а)пирен	0,0005	рак, развитие
192-97-2	Бензо[е]пирен	0,03	почки
191-24-2	Бензо[g,h,i]перилен	0,0036	ЦНС
207-08-9	Бензо[k]флуорантен	0,005	
65-85-0	Бензойная кислота	4	
71-43-2	Бензол	0,003	кровь, ЦНС, гормон., рак
1163-19-5	Бензол, 1,1'-оксибис[2,3,4,5,6-пентабром]	0,01	печень
98730-04-2	Беноксакор	0,005	
17804-35-2	Беномил	0,05	развитие, печень, гормон.
25057-89-0	Бентазон	0,03	кровь (сверт. сист.), репрод. (простата), жел.-киш. тракт
7440-41-7	Бериллий	0,002	жел.-киш. тракт, масса тела
1304-56-9	Бериллий оксид	0,005	
14901-07-6	бета-Ионон	0,1	
319-85-7	бета-Линдан	0,0005	репрод., гормон.
33213-65-9	бета-Эндосульфан	0,006	
288434-01-7	Биоресметрин	0,03	
28434-01-7	Биоресметрин	0,03	
39638-32-9	Бис(2-хлоризопропиловый)эфир	0,04	кровь
111-44-4	Бис(2-хлорэтиловый)эфир	0,03342	
56-35-9	Бис(трибутилолово)оксид	0,0003	иммун. (иммунотоксичность), гормон.
55179-31-2	Битертанол	0,0063	печень, глаза
149877-41-8	Бифеназат	0,01	селезенка, кровь, печень, почки
92-52-4	Бифенил	0,05	почки, кровь
42576-02-3	Бифенокс	0,15	
82657-04-3	Бифентрин	0,015	ЦНС
10605-21-7	БМК	0,01	
35400-43-2	Болстар	0,003	биохим. (ХЭ), ЦНС
7440-42-8	Бор	0,2	репрод. (семенники), жел.-киш. тракт, развитие (эмбриотокс.)
10043-11-5	Бор нитрид	0,01	развитие (эмбриот.), жел.-киш. тракт, репрод. (семенники)
10043-35-3	Борная кислота	0,01	репрод., жел.-киш. тракт, развитие (эмбриоток)
7726-95-6	Бром	1	

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
15541-45-4	Броматы	0,004	почки
314-40-9	Бромацил	0,13	масса тела
53404-19-6	Бромацил литиевая соль	0,1	
108-86-1	Бромбензол	0,02	печень
67774-32-7	Бромдифенилы	1,00E-05	печень
75-27-4	Бромдихлорметан	0,02	почки, печень
24959-67-9	Бромид-ион	1	
74-83-9	Бромметан	0,0014	жел.-киш. тракт
1689-84-5	Бромоксинил	0,02	кровь, печень, системн.
1689-99-2	Бромоксинилоктаноат	0,02	нет эффекта
75-25-2	Бромоформ	0,02	печень
2104-96-3	Бромофос	0,005	биохим. (ХЭ)
4824-78-6	Бромофосэтил	0,003	
116255-48-2	Бромуконазол	0,009	печень
506-68-3	Бромциан	0,09	гормон. (щитовидная жел.), нервная сист., системн. (масса тела)
593-60-2	Бромэтен	0,00086	
31512-74-0	Бусан 77	0,45	репрод., системн.
23184-66-9	Бутахлор	0,037	почки, глаза, системн.
2008-41-5	Бутилат	0,05	печень
123-86-4	Бутилацетат	0,076	
85-68-7	Бутилбензилфталат	0,2	печень, поджел. железа
104-51-8	Бутилбензол	0,01	
85-70-1	Бутилфталилбутилгликолят	1	нет эффекта
1678-93-9	Бутилциклогексан	0,6	ЦНС
78-48-8	Бутифос	3,00E-05	нервная система, системн., биохим.(ХЭ)
94-82-6	Бутоксон	0,008	системн. (смертность), кровь, биохим.
14816-18-3	Валексон	0,001	
7440-62-2	Ванадий	0,007	волосы (снижение содержания цистина), печень, почки, жел.-киш. тракт
16785-81-2	Ванадий сульфат	0,02	волосы (снижение содержания цистина), печень, почки, жел.-киш. тракт
27774-13-6	Ванадий сульфат	0,02	волосы (снижение содержания цистина), печень, почки, жел.-киш. тракт
52-85-7	Варбекс	0,0005	биохим. (ХЭ)
81-81-2	Варфарин	0,0003	кровь (сверт. сист.)
1929-77-7	Вернолат	0,001	системн. (масса тела)
108-05-4	Винилацетат	1	почки, системн. (масса тела)
25013-15-4	Винилтолуол	0,006	
75-01-4	Винилхлорид	2,00E-05	печень, рак
5234-68-4	Витавакс	0,1	системн. (масса тела)
7783-06-4	Водород сульфид	0,003	жел.-киш. тракт
7664-39-3	Водород фторид	0,04	костная сист. (костный флюороз)

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
74-90-8	Водород цианид	0,02	гормон. (щитовидная жел.), системн. (масса тела)
7440-33-7	Вольфрам	0,0025	
135-98-8	фтор-Бутилбензол	0,01	
69806-34-4	Галоксифоп	0,0003	
69806-40-2	Галоксифоп-метил	5,00E-05	почки, развитие, репрод. (фертильность)
100784-20-1	Галосульфурон метил	0,1	кровь, системн.
104-61-0	гамма-Ноналактон	1,25	
22248-79-9	Гардона, цис-изомер-	0,03	
79277-27-3	Гармони	0,013	системн. (масса тела, электролиты в крови)
87-82-1	Гексабромбензол	0,002	биохим. (повыш. активн. карбоксилэстеразы)
51235-04-2	Гексазинон	0,033	системн. (масса тела)
79983-71-4	Гексаконазол	0,02	печень
822-06-0	Гексаметилендиизоцианат	3,00E-06	
110-54-3	Гексан	11	масса тела
118-74-1	Гексахлорбензол	0,00017	развитие, печень, легкие, почки, гормон. (щитов. жел.), репрод., ЦНС, иммун.
87-68-3	Гексахлорбутадиен	1,00E-05	почки
77-47-4	Гексахлорциклопентадиен	0,006	жел.-киш. тракт, смертность
67-72-1	Гексахлорэтан	0,0001	ЦНС, почки
548-62-9	Генцианвиолет	0,14	
142-82-5	Гептан	4,4	
111-14-8	Гептановая кислота	4	системн.
76-44-8	Гептахлор	0,0005	печень, гормон.
1024-57-3	Гептахлорэпоксид	1,00E-05	печень, гормон.
105-87-3	Гераниолацетат	0,5	
302-01-2	Гидразин	5,00E-05	
41096-46-2	Гидропрен	0,1	системн., ЦНС
1071-83-6	Глифосат	0,1	почки, развитие, системн.
101200-48-0	Гранстар	0,008	биохим., почки
13516-27-3	Гуазатин	0,03	
53404-60-7	Дазомет, натриевая соль	0,0035	
1861-32-1	Дактал	0,01	органы дыхания, печень, почки
127-20-8	Далапон	0,05	почки, масса тела
30864-28-9	Дамфин	0,006	
39515-41-8	Данитол	0,025	ЦНС
50-29-3	ДДТ	0,0005	печень, гормон.
124-18-5	Декан	0,6	ЦНС
52918-63-5	Дельтаметрин	0,01	системн.
919-86-8	Деметон-S-метил	0,0003	
2675-77-6	Демозан	0,013	биохим.
51481-10-8	Деоксиниваленол	0,001	кровь, печень, почки, тимус
13684-56-5	Десмедифам	0,04	селезенка, гормон.
103-23-1	Ди(2-этилгексил)адипат	0,6	печень, развитие, системн. (масса тела)

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
117-81-7	Ди(2-этилгексил)фталат	0,02	печень, гормон.
2303-16-4	Диаллат	0,005	нет эффекта
132-64-9	Дибензофуран	0,004	
1303-86-2	Дибор триоксид	0,01	развитие (эмбриотокс), жел.-киш. тракт, репрод. (семенники)
300-76-5	Дибром	0,002	биохим. (ХЭ), ЦНС
3252-43-5	Дибромацетонитрил	0,02	системн.
74-95-3	Дибромметан	0,01	
124-48-1	Дибромхлорметан	0,02	печень
84-74-2	Дибутилфталат	0,1	системн. (смертность), гормон.
1314-62-1	Диванадий пентоксид	0,009	волосы (снижение содержания цистина, см. ванадий), печень, почки, жел.-киш. тракт
13701-70-7	Диванадий сульфат	0,02	волосы (снижение содержания цистина, см. ванадий), печень, почки, жел.-киш. тракт
77650-28-3	Дизельное топливо морское	0,008	печень
28553-12-0	Диизононилфталат	0,02	
108-18-9	Диизопропиламин	0,00077	
1445-75-6	Диизопропилметилфосфонат	0,08	кровь
108-20-3	Диизопропиловый эфир	0,4	
1982-69-0	Дикамба, натриевая соль	0,03	
2764-72-9	Дикват	0,0022	печень, почки, жел.-киш. тракт, глаза (катаракта)
85-00-7	Дикват бромид	0,0022	глаза (катаракта), репрод.
94-74-6	Дикотекс	0,0005	печень, почки
115-32-2	Дикофол	0,0012	гормон.
141-66-2	Дикротофос	0,0001	развитие
123-28-4	Дилаурилтиодипропионовый эфир	3	
1317-34-6	Димарганец триоксид	0,14	
124-40-3	Диметиламин	1,00E-05	
756-79-6	Диметилметилфосфонат	0,2	
75-18-3	Диметилсульфид	0,029	
67-68-5	Диметилсульфоксид	30	
120-61-6	Диметилтерефталат	0,1	печень
122-09-8	Диметилфенетиламин	0,001	
131-11-3	Диметилфталат	10	почки
55290-64-7	Диметипин	0,02	печень
70-38-2	Диметрин	0,3	печень
144-21-8	Динатрий метанарсонат	0,01	жел.-киш. тракт
2550-58-7	Динитрофенол	0,002	
39300-45-3	Динокап	0,001	глаза
136-45-8	Ди-н-пропилизоцинхомеронат	0,125	
1746-01-6	Диоксины (хлорированные дибензодиоксины)	1,00E-09	развитие, гормон.
117-84-0	Диоктилфталат	0,04	печень, гормон. (щитовидная железа)
7429-71-6	Диспрозиум	0,2	
298-04-4	Дисульфотон	4,00E-05	ЦНС, глаза, биохим. (ХЭ)

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
7446-18-6	Диталлий сульфат	8,00E-05	биохим.
3347-22-6	Дитианон	0,01	
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	системн. (масса тела)
122-39-4	Дифениламин	0,025	почки, печень, кровь, системн. (масса тела)
127-63-9	Дифенилсульфон	0,003	печень
119446-68-3	Дифеноконазол	0,01	системн.
35367-38-5	Дифлубензурон	0,02	кровь (MetHb, сульфгемоглобин)
3018-12-0	Дихлорацетонитрил	0,008	репрод.
25321-22-6	Дихлорбензол	0,09	почки
75-71-8	Дихлордифторметан	0,2	масса тела
2893-78-9	Дихлоризоциануровая кислота, натриевая соль	0,028	почки, серд.-сос. система
75-09-2	Дихлорметан	0,06	печень
37764-25-3	Дихлормид	0,005	системн., кровь, мышечн. сист.
62-73-7	Дихлорофос	0,0005	биохим. (ХЭ крови гол. мозга), ЦНС
120-36-5	2-(2,4-Дихлорфенокси)пропионовая кислота	0,005	
79-43-6	Дихлоруксусная кислота	0,004	печень, ЦНС, репрод. (семенники)
25167-81-1	Дихлорфенол	0,001	
1300-21-6	Дихлорэтан	0,0029	
460-19-5	Дициан	0,04	гормон. (щитовидная жел.), системн., нервная сист.
77-73-6	Дициклопентадиен	0,03	
60-57-1	Диэлдрин	5,00E-05	печень, ЦНС, гормон.
111-42-2	Диэтаноламин	0,005	кровь
60-29-7	Диэтиловый эфир	0,2	системн. (масса тела)
84-66-2	Диэтилфталат	0,8	системн. (масса тела)
112-40-3	Додекан	0,6	ЦНС
123-01-3	Додецилбензол	0,005	
	Додецилгуанидинацетат	0,004	гормон. (щитовидная жел.)
7439-89-6	Железо	0,3	слизистые, кожа, кровь, иммун.
1309-37-1	Железо (III) оксид	0,3	слизистые, кожа, кровь, иммун.
1347-81-0	Железо дихлорид	0,3	слизистые, кожа, кровь, иммун.
50815-00-4	Жидкое топливо JP-4	0,08	печень
	Жидкое топливо JP-5	0,02	печень
	Жидкое топливо JP-7	0,15	
	Жидкое топливо JP-8	0,38	
107-44-8	Зарин	2,00E-05	биохим. (ХЭ)
156052-68-5	Зоксамид	0,48	печень, щитовидн. железа
96-64-0	Зоман	4,00E-06	биохим. (ХЭ)
42509-80-8	Изазофос	2,00E-05	биохим. (ХЭ)
79-31-2	Изобутановая кислота	2,5	системн.

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
78-83-1	Изобутанол	0,3	ЦНС, нервная сист.
82558-50-7	Изоксабен	0,05	биохим., серд.-сос. сист.
503-74-2	Изопентановая кислота	2,5	системн.
33820-53-0	Изопропалин	0,015	кровь, системн.
67-63-0	Изопропанол	0,064	развитие
98-82-8	Изопропилбензол	0,1	почки, печень
1832-54-8	Изопропилметилфосфонат	0,1	
34123-59-6	Изопротурон	0,003	печень
25311-71-1	Изофенфос	0,005	биохим. (ХЭ)
78-59-1	Изофорон	0,2	печень, почки
51338-27-3	Иллоксан	0,002	печень
35554-44-0	Имазалил	0,013	системн. (масса тела)
114311-32-9	Имазамокс	1	системн.
11431-32-9	Имазамокс	3	
81335-37-7	Имазахин	0,25	кровь, костный мозг, мышечная сист., системн. (масса тела)
138261-41-3	Имидаклоприд	0,057	
732-11-6	Имидан	0,02	системн. (масса тела), биохим. (ХЭ)
193-39-5	Индено[1,2,3-c,d]пирен	0,005	
640-15-3	Интратион	0,003	
505-60-2	Иприт	1,00E-05	
36734-19-7	Ипродион	0,04	кровь, репрод. (простата)
122-42-9	ИФК	0,02	селезенка, биохим. (ХЭ)
7553-56-2	Йод	0,017	гормон. (щитовидн. железа)
7440-43-9	Кадмий	0,0005	почки, гормон.
75-60-5	Какодиловая кислота	0,0003	почки, мочевой пузырь
	Калий бромат	0,004	почки
7681-11-0	Калий йодид	0,017	
506-61-6	Калий серебро цианид	0,2	нервная сист., гормон. (щитовидная жел.)
151-50-8	Калий цианид	0,05	гормон. (щитовидная жел.), масса тела, нервная сист.
7440-70-2	Кальций	41,4	почки, биохим. (алкалоз, гиперкальцинемия)
7778-44-1	Кальций арсенат	0,0042	
1592-23-0	Кальций стеарат	2,00E-05	иммун.
592-01-8	Кальций цианид	0,04	гормон. (щитовидная жел.), системн. (масса тела), нервная сист.
12007-56-6	Кальция борат	0,01	развитие (эмбриток.), жел.-киш.тракт, репрод (семенники)
16672-87-0	Кампозан	0,005	биохим. (ХЭ), системн., мочевой пузырь
105-60-2	Капролактам	0,5	системн. (масса тела). почки
142-62-1	Капроновая кислота	4	системн.
133-06-2	Каптан	0,13	системн. (масса тела), развитие
	Каптофол	0,002	почки, мочевой пузырь
63-25-2	Карбарил	0,1	печень, почки, биохим. (ХЭ), гормон.

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
55285-14-8	Карбосульфан	0,01	системн. (масса тела)
786-19-6	Карбофентион	0,00013	биохим. (ХЭ)
1563-66-2	Карбофуран	0,005	биохим. (ХЭ), развитие, репрод. (семенники)
2244-16-8	Карвон, (+)-	1	
15263-53-3	Картап	0,1	
128639-02-1	Карфентразон-этил	0,03	печень
13071-79-9	Каунтер	2,00E-05	биохим. (ХЭ)
13593-03-8	Квиналфос	0,0005	биохим. (ХЭ)
143-50-0	Кепон	0,0002	почки
7085-19-0	Килпроп	0,001	почки
2275-23-2	Кильваль	0,008	
99129-21-2	Клетодим	0,01	печень, кровь, биохим.
81777-89-1	Кломазон	0,043	печень
82697-71-0	Клофенцет, калиевая соль	0,005	репрод.
7440-48-4	Кобальт	0,02	кровь
56-72-4	Корал	0,00025	биохим. (ХЭ)
67306-03-0	Корбел	0,003	
1319-77-3	Крезол	0,05	
29973-13-5	Кронетон	0,1	
123-73-9	Кротональдегид	0,01	
1330-20-7	Ксилол	0,2	масса тела, ЦНС, печень, кровь, смертность, почки
95465-99-9	Кубазофос	1,00E-05	биохим.(ХЭ)
77501-63-4	Лактофен	0,002	печень
55512-33-9	Лентагран	0,11	почки, системн.
138-86-3	Лимонен	0,1	печень
115-95-7	Линалилацетат	0,5	
78-70-6	Линалоол	0,5	
58-89-9	Линдан	0,0003	печень, почки, гормон.
330-55-2	Линурон	0,002	биохим., кровь
7439-93-2	Литий	0,02	
83055-99-6	Лондакс	0,2	печень
541-25-3	Люизит	1,00E-05	
7439-95-4	Магний	11	
121-75-5	Малатион	0,02	биохим. (ХЭ эритроцитов), ЦНС, системн., гормон.
108-31-6	Малеиновый ангидрид	0,1	почки
109-77-3	Малононитрил	0,0001	печень, селезенка
12427-38-2	Манеб	0,005	гормон. (щитовидная жел.)
	Манкозеб	0,03	гормон. (щитовидная жел.), системн.
7439-96-5	Марганец	0,14	ЦНС, кровь
1313-13-9	Марганец диоксид	0,14	
598-62-9	Марганец карбонат	14	
1317-35-7	Марганец тетроксид	0,14	
	Марганец хлорид	0,14	
1344-43-0	Марганец(II) оксид	14	
17141-63-8	Марганец(II)нитрат гексагидрат	0,14	

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
	Марганец(II)сульфат пентагидрат	0,14	
8012-95-1	Масла минеральные нефтяные	4,35	
107-92-6	Масляная кислота	2,5	системн.
7440-50-8	Медь	0,019	жел.-киш. тракт, печень
1317-39-1	Медь (I) оксид	0,019	жел.-киш. тракт, печень
10103-61-4	Медь арсенат	0,0042	
142-71-2	Медь ацетат	0,019	жел.-киш. тракт, печень
7447-39-4	Медь дихлорид	0,019	жел.-киш. тракт, печень
1317-38-0	Медь оксид	0,019	жел.-киш. тракт, печень (0,037 HEAST)
7758-98-7	Медь сульфат	0,019	жел-киш. тракт, печень
14013-02-6	Медь сульфит	0,019	жел.-киш. тракт, печень
544-92-3	Медь цианид	0,005	печень, почки, системн. (масса тела)
22205-45-4	Медь(I)сульфид	0,019	жел.-киш. тракт, печень
7758-89-6	Медь(I)хлорид	0,019	жел.-киш. тракт, печень
1317-40-4	Медь(II)сульфид	0,019	жел.-киш. тракт, печень
104206-82-8	Мезотрион	0,0007	развитие
2595-54-2	Мекарбам	0,002	
93-65-2	Мекопроп	0,001	почки
24307-26-4	Мепикват хлорид	0,03	кровь, системн. (масса тела, клиника)
8065-48-3	Меркаптофос	4,00E-05	глаза, биохим. (ХЭ)
150-50-5	Мерфос	3,00E-05	нервная сист., системн. (масса тела)
126-98-7	Метакрилонитрил	0,0001	кровь, ЦНС, системн. (масса тела)
57837-19-1	Металаксил	0,06	печень
10265-92-6	Метамидофос	5,00E-05	биохим. (ХЭ), ЦНС
137-42-8	Метам-натрий	0,01	печень
67-56-1	Метанол	0,5	ЦНС, биохим.
298-00-0	Метафос	0,00025	ЦНС, кровь, биохим. (ХЭ)
950-37-8	Метидатион	0,001	печень, биохим. (ХЭ)
85-91-6	Метил-N-метилантранилат	0,2	
96-33-3	Метилакрилат	0,03	
134-20-3	Метилантранилат	1,5	
124-58-3	Метиларсоновая кислота	0,01	жел.-киш. тракт
79-20-9	Метилацетат	1	печень
6317-18-6	Метилендитиоцианат	0,005	жел.-киш. тракт, костный мозг
74-93-1	Метилмеркаптан	0,00057	
80-62-6	Метилметакрилат	1,4	почки
119-36-8	Метилсалицилат	0,5	
1634-04-4	Метил-трет-бутиловый эфир	0,005	почки, ЦНС
993-13-5	Метилфосфоновая кислота	0,02	масса тела
79-22-1	Метилхлорформиат	1	
108-87-2	Метилциклогексан	0,86	
96-37-7	Метилциклопентан	0,06	ЦНС
2032-65-7	Метиокарб	0,001	ЦНС, мышечн. сист.
111578-32-6	Метобензурон	0,04	системн.

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
161050-58-4	Метоксифенозид	0,1	кровь, печень, гормон. (щитовидн. железа)
72-43-5	Метоксихлор	0,005	развитие, гормон.
51218-45-2	Метолахлор	0,15	развитие, системн. (масса тела)
16752-77-5	Метомил	0,025	печень, почки, гормон.
40596-69-8	Метопрен	0,1	печень
21087-64-9	Метрибуцин	0,025	печень, почки, системн. гормон.
135590-91-9	Мефенпир-диэтил	0,57	селезенка, кровь
950-10-7	Мефосфолан	9,00E-05	печень, почки, биохим. (ХЭ)
533-74-4	Милон	0,0035	печень
2385-85-5	Мирекс	0,0002	печень, гормон. (щитовидн. жел.)
108-38-3	м-Ксилол	0,2	масса тела, ЦНС, печень, кровь, смертность, почки
7439-98-7	Молибден	0,005	почки
2212-67-1	Молинат	0,002	репрод., развитие
10599-90-3	Монохлорамин	0,1	кровь
25154-42-1	Монохлорбутан	0,4	
	Морестан	0,006	печень
64-18-6	Муравьиная кислота	2	
7440-38-2	Мышьяк	0,0003	кожа, ЦНС, нервная сист., серд.-сос. сист., иммун., гормон. (диабет), жел.-киш. тракт
7778-39-4	Мышьяковая кислота	0,0042	
15299-99-7	Напропамид	0,1	системн. (масса тела), развитие
132-66-1	Напталам	0,053	печень
132-67-2	Напталам, натриевая соль	0,053	печень
7440-23-5	Натрий	34,3	серд.-сос. сист.
26628-22-8	Натрий азид	0,004	системн. (масса тела, клиника)
1303-96-4	Натрий борат, тетрагидрат	0,09	репрод.
128-04-1	Натрий диметилдитиокарбамат	0,02	развитие, системн.
7681-82-5	Натрий йодид	0,017	
13718-26-8	Натрий метаванадат	0,001	почки
2163-80-6	Натрий метиларсонат	0,01	жел.-киш.тракт
62-74-8	Натрий фторацетат	2,00E-05	репрод., развитие
7681-49-4	Натрий фторид	0,05	мышечная система
7775-09-9	Натрий хлорат	0,03	
7758-19-2	Натрий хлорит	0,03	кровь, развитие, ЦНС
143-33-9	Натрий цианид	0,04	гормон. (щитовидная жел.), системн. (масса тела), ЦНС, нервная сист.
91-20-3	Нафталин	0,02	системн.
18181-80-1	Неорон	0,03	
	Нефть и нефтепродукты	0,03	почки
7440-02-0	Никель	0,02	печень, серд.-сос.сист., жел.-киш. тракт, кровь, масса тела
7786-81-4	Никель сульфат	0,02	системн. (масса тела и органов)
7718-54-9	Никель хлорид	0,02	системн. (масса тела и органов)
7440-02-0	Никель, растворимые соли	0,02	системн. (масса тела и органов)
111991-09-4	Никосульфурон	1,25	печень, почки, системн.

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
1929-82-4	Нитрапирин	0,0015	печень
14797-55-8	Нитраты	1,6	кровь (MetHb), сер.-сос. система
139-13-9	Нитрилотриуксусная кислота	0,01	почки
14797-65-0	Нитриты	0,1	кровь(MetHb)
98-95-3	Нитробензол	0,0005	кровь, печень, почки, гормон. (надпочечники)
55-63-0	Нитроглицерин	0,03	
111-84-2	Нонан	0,6	ЦНС
51-98-9	Норестирен ацетат	7,00E-05	
27314-13-2	Норфлуразол	0,04	печень, гормон. (щитовидная жел.)
85509-19-9	Нустар	0,0007	печень
3689-24-5	O,O,O',O-Тетраэтилпирофосфат	0,0005	биохим. (ХЭ)
78-42-2	O,O,O-Трис-(2-этилгексил)фосфат	0,1	снижение массы тела, гиперплазия фоликулярных клеток
115-86-6	O,O,O-Трифенилфосфат	0,16	
6923-22-4	O,O-Диметил-O-[1-метил-2-(метилкарбамоил)винил]фосфат	0,0005	развитие, биохим. (ХЭ), ЦНС
120-32-1	o-Бензил-п-хлорфенол	0,01	почки
	Общие углеводороды (по С)	0,2	системн. (масса тела)
80-33-1	Овотран	0,01	
77732-09-3	Оксадиксил	0,11	печень, системн.
23135-22-0	Оксамил	0,025	масса тела, потребление пищи, развитие
301-12-2	Оксидеметонметил	0,0003	репрод., развитие
95-47-6	o-Ксилол	0,2	масса тела, ЦНС, печень, кровь, смертность, почки
42874-03-3	Оксифлуорфен	0,003	печень
88230-35-7	Оксогексилацетат	0,01	
32536-52-0	Октабромдифениловый эфир	0,003	печень
152-16-9	Октаметил	0,002	биохим. (ХЭ)
111-65-9	Октан	0,06	ЦНС
124-13-0	Октаналь	0,1	
124-07-2	Октановая кислота	0,4	системн., диарея
2691-41-0	Октоген	0,05	печень
7440-31-5	Олово	0,6	печень, почки, жел.-киш. тракт
7772-99-8	Олово дихлорид	0,05	органы дыхания, печень, развитие
15922-78-8	Омацид-14	0,005	мышечн. сист.
1113-02-6	Ометоат	0,0003	
88-73-3	o-Нитрохлорбензол	0,001	кровь, MetHb, масса тела, селезенка
23422-53-9	Оптунал	0,002	биохим. (ХЭ), ЦНС
19044-88-3	Оризалин	0,05	печень, почки, биохим.
303-47-9	Охратоксин А	0,0001	
76738-62-0	Паклобутазол	0,013	печень
4685-14-7	Паракват	0,004	
1910-42-5	Паракват дихлорид	0,0045	органы дыхания

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
56-38-2	Паратион	0,004	биохим. (ХЭ), глаза, ЦНС, гормон.
149-29-1	Патулин	0,0004	
40487-42-1	Пендиметалин	0,04	печень, гормон.
66246-88-6	Пенконазол	0,03	
32534-81-9	Пентабромдифенилоксид	0,002	печень
109-66-0	Пентан	0,06	
608-93-5	Пентахлорбензол	0,0008	печень, почки
82-68-8	Пентахлорнитробензол	0,003	печень
87-86-5	Пентахлорфенол	0,03	печень, почки, развитие, иммун., ЦНС, гормон. (щитов. жел.)
25329-35-5	Пентахлорциклопентадиен	0,03	
198-55-0	Перилен	0,03	почки
52645-53-1	Перметрин	0,05	печень
37924-13-3	Перфлуидон	0,01	системн, ЦНС
7601-90-3	Перхлорная кислота	0,0005	гормон. (щитовидн. железа)
110-89-4	Пиперидин	0,00044	
51-03-6	Пиперонилбутоксид	0,2	
13457-18-6	Пиразофос	0,004	
175013-18-0	Пираклостробин	0,034	почки, печень, жел.-киш. тракт, масса тела
129-00-0	Пирен	0,03	почки
121-21-1	Пиретрин 1	0,064	развитие
110-86-1	Пиридин	0,001	печень
53112-28-0	Пириметанил	0,2	печень, системн.
29232-93-7	Пиримифос-метил	0,01	биохим. (ХЭ),ЦНС
23103-98-2	Пиримор	0,01	
95737-68-1	Пирипроксифен	0,35	печень, системн.
123343-16-8	Пиритиобак-натрий	0,6	почки, печень, глаза, масса тела
88283-41-4	Пирифенокс	0,01	печень, жел.-киш. тракт, системн.
120-80-9	Пирокатехин	0,04	
131860-33-8	Пироксистробин	0,18	печень, системн.
106-42-3	п-Ксилол	0,2	масса тела, ЦНС, печень, кровь, смертность, почки
100-00-5	п-Нитрохлорбензол	0,001	кровь (MetHb)
9006-42-2	Поликарбацин	0,0003	развитие, гормон
1336-36-3	Полихлорированные бифенилы	0,0005	ЦНС, печень, репрод., развитие, иммун., гормон.
23031-36-9	Праллетрин	0,05	системн., биохим.
53-03-2	Преднизон	0,0004	системн.
741-58-2	Префар	0,0066	
86209-51-0	Примисульфурон-метил	0,006	печень
1610-18-0	Прометон	0,015	системн.
7287-19-6	Прометрин	0,004	печень, почки, костный мозг
23950-58-5	Пронамид	0,075	печень, репрод.
139-40-2	Пропазин	0,02	системн. (масса тела)
24579-73-5	Пропамокарб	0,1	

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
25606-41-1	Пропамокарб гидрохлорид	0,1	жел.-киш. тракт
57-55-6	Пропан-1,2-диол	0,5	кровь
709-98-8	Пропанид	0,005	селезенка, кровь
107-19-7	Пропаргиловый спирт	0,002	печень, почки
2312-35-8	Пропаргит	0,02	развитие, системн. (масса тела)
31218-83-4	Пропетамфос	0,005	биохим. (ХЭ)
60207-90-1	Пропиканозол	0,013	жел.-киш. тракт
103-65-1	Пропилбензол	0,01	
75-56-9	Пропиленоксид	0,0086	
2122-19-2	Пропилентиомочевина	0,0002	
12071-83-9	Пропинеб	0,007	
79-09-4	Пропионовая кислота	40	системн.
114-26-1	Пропоксур	0,004	биохим. (ХЭ, повышение холестерина)
94125-34-5	Просульфурон	0,02	печень, кровь
41198-08-7	Профенофос	5,00E-05	биохим. (ХЭ)
26399-36-0	Профлуралин	0,006	
67747-09-5	Прохлорац	0,009	печень, биохим. (печеночные ферменты)
81335-77-5	Пурсуит	0,25	кровь
98-56-6	п-Хлорбензотрифторид	0,02	почки
1918-16-7	Рамрод	0,013	системн. (масса тела)
10453-86-8	Ресметрин	0,35	системн., репрод.
122931-48-0	Римсульфурон	0,016	печень, почки
	Роданиды	0,1	
50471-44-8	Ронилан	0,025	системн., гормон.
299-84-3	Роннель	0,05	печень, биохим. (ХЭ)
19666-30-9	Ронстар	0,005	печень
83-79-4	Ротенон	0,004	развитие
7439-97-6	Ртуть	0,0003	иммун., почки, ЦНС, репрод., гормон.
1344-48-5	Ртуть сульфид	0,0003	
22967-92-6	Ртуть(1+)метил- ион	0,0001	ЦНС, развитие
7487-94-7	Ртуть(II)хлорид	0,0003	иммун. (аутоиммунный эффект)
	Ртуть, органические соединения, алкилы	0,0001	
78587-05-0	Савей	0,025	кровь, гормон. (надпочечники)
96489-71-3	Санмайт	0,005	масса тела
7439-92-1	Свинец	0,0035	ЦНС, нервная сист., кровь, биохим., развитие, репрод. сист., гормон.
7782-49-2	Селен	0,005	кожа, печень, волосы, селезен.
7446-34-6	Селен сульфид	0,005	кожа, печень, волосы, селезен.
7783-00-8	Селеновая кислота	0,005	селезен.
630-10-4	Селеномочевина	0,005	селезен.
7440-22-4	Серебро металлическое	0,005	аргирия
506-64-9	Серебро цианид	0,1	нервная система, гормон. (щитовидная жел.)
75-15-0	Сероуглерод	0,1	развитие (плод, уродства)

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
74051-80-2	Сетоксидим	0,09	кровь
93-72-1	Сильвекс	0,008	печень, почки
122-34-9	Симазин	0,005	кровь, масса тела
88671-89-0	Систан	0,025	репрод. (семенники)
131929-60-7	Спиносад 1	0,03	биохим.
100-42-5	Стирол	0,2	кровь, печень, ЦНС, гормон.
96-09-3	Стиролоксид	0,00171	
57-92-1	Стрептомицин сульфат	0,05	системн.
57-24-9	Стрихнин	0,0003	системн. (патология органов)
7440-24-6	Стронций	0,6	костная сист.
122836-35-5	Сульфентразон	0,014	репрод., системн.
81591-81-3	Сульфозат	0,1	ЦНС
66230-04-4	Суми-альфа	0,02	ЦНС
32809-16-8	Сумилекс	0,035	развитие
26002-80-2	Сумитрин	0,07	печень, надпочечники
7440-36-0	Сурьма	0,0004	биохим. (глюкоза в крови, холестерин), смертность
304-61-0	Сурьма калий тартрат	0,0009	кровь
1332-81-6	Сурьма тетроксид	0,0004	
1309-64-4	Сурьма трехокись	0,0004	система крови
77-81-6	Табун	4,00E-05	биохим. (ХЭ)
33089-61-1	Тактик	0,0025	системн. (гипотермия), биохим. (углеводный обмен)
7440-28-0	Таллий	7,00E-05	биохим., печень
563-68-8	Таллий ацетат	9,00E-05	биохим., волосы (алопеция)
29809-42-5	Таллий карбонат	8,00E-05	печень, биохим. (ферменты)
10102-45-1	Таллий нитрат	9,00E-05	биохим., волосы (алопеция)
1314-32-5	Таллий оксид	7,00E-05	
12039-52-0	Таллий селенид	9,00E-05	
7791-12-0	Таллий хлорид	8,00E-05	биохим., волосы (алопеция)
107534-96-3	Тебуконазол	0,7	почки
112410-23-8	Тебуфенозид	0,018	кровь, селезенка, костная сист.
13494-80-9	Теллур	0,0005	печень, ЦНС
5902-51-2	Тербацил	0,013	печень, гормон. (щитовидная жел.)
34014-18-1	Тербутиурон	0,07	системн. (масса тела)
886-50-0	Тербутрин	0,001	кровь
100-21-0	Терефталевая кислота	1	мочевой пузырь
2593-15-9	Терракур	0,025	
110-01-0	Тетрагидротиофен	0,18	
109-99-9	Тетрагидрофуран	0,2	
112281-77-3	Тетраконазол	0,005	костн. система
56-23-5	Тетрахлорметан	0,0007	печень, почки, поджел. железа
25167-83-3	Тетрахлорфенол	0,03	печень
127-18-4	Тетрахлорэтилен	0,01	системн., печень, почки, ЦНС
83121-18-0	Тефлубензурон	0,02	печень
79538-32-2	Тефлутрин	0,005	ЦНС
117718-60-2	Тиазопир	0,008	печень
111988-49-9	Тиаклоприд	0,004	печень, щитовидная железа, глаза (сетчатка)

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
153719-23-4	Тиаметоксам	0,006	репрод. (муж.)
142459-58-3	Тиафлуамид	0,001	печень, почки, селезенка, кровь
1114-71-2	Тиллам	0,05	кровь (сверт. сист.), системн., глаза (катаракта)
298-02-2	Тимет	0,0002	биохим. (ХЭ), ЦНС
28249-77-6	Тиобенкарб	0,01	масса тела
59669-26-0	Тиодикарб	0,03	системн.
297-97-2	Тионазин	5,00E-05	системн.
23564-05-8	Тиофанат-метил	0,08	репрод., гормон.
39196-18-4	Тиофанокс	0,0003	биохим. (ХЭ)
108-98-5	Тиофенол	1,00E-05	печень
2104-64-5	Тиофосфоновая кислота, фенил-О-этил-О-(4-нитрофенил) эфир	1,00E-05	нервная система
463-56-9	Тиоцианат	0,05	
7440-32-6	Титан	4	
13463-67-7	Титан диоксид	4	
137-26-8	ТМТД	0,005	почки, биохим.
8001-35-2	Токсафен	0,1	печень, гормон.
731-27-1	Толилфлуанид	0,1	
57018-04-9	Толклофос-метил	0,05	кровь, печень, системн.
108-88-3	Толуол	0,2	ЦНС, печень, почки
	Тордон	0,07	печень
66841-25-6	Тралометрин	0,0075	системн. (масса тела)
156-60-5	транс-1,2-Дихлорэтилен	0,02	биохим.
75-65-0	трет-Бутанол	0,54	
1582-09-8	Трефлан	0,0075	печень, кровь, гормон
115-96-8	Три(2-хлорэтил)фосфат	0,3	ЦНС
55219-65-3	Триадименол	0,038	фермент.
112143-82-5	Триазамат	0,01	биохим. (ХЭ)
24017-47-8	Триазофос	0,001	
2303-17-5	Триаллат	0,013	печень, биохим.
82097-50-5	Триасульфурон	0,01	печень
102-82-9	Трибутиламин	0,0014	
126-73-8	Трибутилфосфат	0,2	мочевой пузырь, почки
629-50-5	Тридекан	0,6	ЦНС
58138-08-2	Тридифан	0,003	развитие (фертильность)
2686-99-9	Триметакарб	0,0025	печень, жел.-киш. тракт, почки
30498-63-6	Триметилциклогексан	0,6	ЦНС
900-95-8	Трифенилацетатолово	0,0005	
76-87-9	Трифенилоловогидроксид	0,0003	кровь
639-58-7	Трифенилоловохлорид	0,0005	
791-28-6	Трифенилфосфиноксид	0,02	ХЭ
141517-21-7	Трифлоксистробин	0,038	развитие
68694-11-1	Трифлумизон	0,015	репрод.
126535-15-7	Трифлусульфурон-метил	0,024	кровь, системн.
26644-46-2	Трифорин	0,02	печень, костный мозг
545-06-2	Трихлорацетонитрил	0,0002	развитие

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
76-03-9	Трихлоруксусная кислота	0,1	печень
25167-62-2	Трихлорфенол	0,003	
75-69-4	Трихлорфторметан	0,3	смертность, печень
75-87-6	Трихлорэтаналь	0,002	печень
79-01-6	Трихлорэтилен	0,0003	печень, почки, развитие (плод), ЦНС, кожа,
13121-70-5	Трициклогексилгидроксиолово	0,001	системн.
1314-84-7	Трицинк дифосфид	0,0003	системн. (масса тела, потребление пищи)
102-71-6	Триэтаноламин	0,5	
121-44-8	Триэтиламин	0,002	
94-81-5	Тропотокс	0,01	репрод., системн.
64-19-7	Уксусная кислота	14,3	системн.
1120-21-4	Ундекан	0,6	ЦНС
83657-17-4	Униконазол	0,02	печень
7440-61-1	Уран	0,003	почки, биохим.
7440-61-1	Уран, растворимые в воде соединения	0,0006	почки, системн. (масса тела)
84087-01-4	Фацет	0,38	системн.
161326-34-7	Фенамидон	0,07	печень
22224-92-6	Фенамифос	0,00025	биохим. (ХЭ)
85-01-8	Фенантрен	0,0036	печень, почки
60168-88-9	Фенаримол	0,01	печень
114369-43-6	Фенбуконазол	0,03	системн., печень
13356-08-6	Фенбутатиноксид	0,03	системн.
51630-58-1	Фенвалерат	0,025	ЦНС
83588-43-6	Фендридазон калий	0,05	системн.
108-45-2	Фенилен-1,3-диамин	0,006	печень
106-50-3	Фенилен-1,4-диамин	0,19	системн.
62-38-4	Фенилмеркурацетат	8,00E-05	почки
103-82-2	Фенилуксусная кислота	0,143	системн.
122-14-5	Фенитротион	0,0013	биохим. (ХЭ)
13684-63-4	Фенмедифам	0,25	системн.
72490-01-8	Феноксикарб	0,08	печень
108-95-2	Фенол	0,3	развитие, почки, ЦНС, жел.-киш. тракт
134098-61-6	Фенпироксимат	0,01	системн.
64257-84-7	Фенпропатрин	0,03	
55-38-9	Фентион	0,007	биохим. (ХЭ)
14484-64-1	Фербам	0,02	
77182-82-2	Финал	0,0004	почки
120068-37-3	Фипронил	0,0002	гормон, биохим.
79622-59-6	Флуазинам	0,004	печень, рак (НС 0,0011)
69409-94-5	Флувалинат	0,01	системн. (масса тела)
102851-06-9	Флувалинат-тау	0,01	системн.
69770-45-2	Флуметрин	0,004	
98967-40-9	Флуметсулам	1	печень, почки
87546-18-7	Флумиклорак-пентил	0,35	печень, почки
2164-17-2	Флуометурон	0,013	селезенка

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
206-44-0	Флуорантен	0,04	печень, кровь, ЦНС
86-73-7	Флуорен	0,04	кровь
59756-60-4	Флуоридон	0,08	почки, репрод. (семенники), глаза (кератит)
56425-91-3	Флураниримидол	0,02	печень
66332-96-5	Флутоланил	0,06	печень, системн. (масса тела)
2310-17-0	Фозалон	0,001	биохим. (ХЭ), репрод. (семенники)
25954-13-6	Фозамин, аммониевая соль	0,01	почки
108731-70-0	Фомезафен, натриевая соль	0,0025	
944-22-9	Фонофос	0,002	печень, биохим. (ХЭ), системн.
50-00-0	Формальдегид	0,2	жел.-киш. тракт, ЦНС, печень, почки
7786-34-7	Фосдрин	0,00025	биохим. (ХЭ)
60-51-5	Фосфамид	0,0002	биохим. (ХЭ), ЦНС
13171-21-6	Фосфамидон	0,0002	печень, ЦНС, биохим. (ХЭ)
7803-51-2	Фосфин	0,0003	системн. (масса тела, клиника)
12185-10-3	Фосфор желтый	2,00E-05	системн. (смертность), волосы, репрод.
7723-14-0	Фосфор общий	11	
961-11-5	Фосфорная кислота, 2-хлор-1-(2,4,5-трихлорфенил)винил, диметиловый эфир	0,03	почки, печень, биохим. (ХЭ), системн. (масса тела)
87674-68-8	Фронтьер	0,05	гормон., жел.-киш. тракт, печень
	Фталаты (сумма)	0,004	
85-44-9	Фталевый ангидрид	2	почки, органы дыхания
7782-41-4	Фтор	0,06	зубы, костная сист.
16984-48-8	Фториды неорганические хорошо растворимые	0,06	зубы, костная сист.
16984-48-8	Фториды твердые	0,06	зубы, костная сист.
7664-39-3	Фтористоводородная кислота	0,06	зубы, костная сист.
	Фтористые соединения, плохо растворимые в воде	0,06	зубы, костная сист.
67-20-9	Фурадонин	0,07	репрод. (семенники)
110-00-9	Фуран	0,001	печень
59-87-0	Фурациллин	0,04	
121776-33-8	Фурилазол	0,005	жел.-киш. тракт, печень
66441-23-4	Фуроре-супер	0,009	биохим.
98-01-1	Фурфурол	0,003	печень
7782-50-5	Хлор	0,1	слизистые, иммун.
10049-04-4	Хлор диоксид	0,03	развитие, ЦНС
127-52-6	Хлорамин Б	0,1	
103-17-3	Хлорбензид	0,01	
510-15-6	Хлорбензилат	0,02	системн. (масса тела, потребление пищи), ЦНС
108-90-7	Хлорбензол	0,02	печень, почки, кровь, жел.-киш. тракт
74-97-5	Хлорбромметан	0,013	
57-74-9	Хлордан	6,00E-05	печень, гормон.

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
12789-03-6	Хлордан технический	0,0005	печень
6164-98-3	Хлордимеформ	0,001	
75-45-6	Хлордифторметан	14	
90982-32-4	Хлоримурон-этил	0,02	кровь
5120-73-9	Хлорированные дибензофураны (смесь изомеров)	0,008	печень, почки
101-21-3	Хлор-ИФК	0,2	почки, селезенка, печень, костный мозг, гормон.
74-87-3	Хлорметан	0,016	нервная система, ЦНС
1897-45-6	Хлороталонил	0,015	почки
67-66-3	Хлороформ	0,01	печень, почки, ЦНС, гормон., кровь
52-68-6	Хлорофос	0,002	биохим. (ХЭ), ЦНС
76-06-2	Хлорпикрин	0,0037	
2921-88-2	Хлорпирифос	0,003	биохим. (ХЭ крови и эритроцитов)
5598-13-0	Хлорпирифосметил	0,01	репрод. (снижение плодовитости)
64902-72-3	Хлорсульфурон	0,05	системн. (масса тела)
60238-56-4	Хлортиофос	0,0008	
15545-48-9	Хлортолурон	0,0113	
79-11-8	Хлоруксусная кислота	0,002	сер.-сос. сист.
122453-73-0	Хлорфенапир (пират)	0,03	
122453-63-0	Хлорфенарип	0,003	
470-90-6	Хлорфенвинфос	0,0007	ЦНС
25167-80-0	Хлорфенолы	0,03	
999-81-5	Хлорхолинхлорид	0,05	
506-77-4	Хлорциан	0,05	гормон. (щитовидная жел.), системн. (масса тела)
75-00-3	Хлорэтан	0,4	
54593-83-8	Хлорэтоксифос	0,0006	биохим. (ХЭ)
218-01-9	Хризен	0,05	
7440-47-3	Хром	0,005	печень, почки, жел.-киш. тракт, слизистые
16065-83-1	Хром (III)	1,5	
18540-29-9	Хром (YI)	0,003	
1333-82-0	Хром триоксид	0,005	
7738-94-5	Хромовая кислота	0,003	
21725-46-2	Цианазин	0,002	кровь, системн. (масса тела, потребление пищи)
420-04-2	Цианамид	0,002	селезенка
57-12-5	Цианиды	0,02	нервная сист., гормон.
101043-37-2	Цианогинозин LR	4,00E-05	печень
70124-77-5	Циболт	0,02	
68085-85-8	Цигалотрин	0,005	системн. (масса тела)
	Цидиал	0,003	
113136-77-9	Цикланилид	0,007	системн.
1134-23-2	Циклоат	0,005	нервн. система
108-94-1	Циклогексанон	5	системн. (масса тела)
108-91-8	Циклогексиламин	0,2	репрод. (семенники)

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
101205-02-1	Циклоксидим	0,07	
121-82-4	Циклонит	0,003	репрод. (простата)
12122-67-7	Цинеб	0,05	гормон. (щитовидн. железа)
7440-66-6	Цинк	0,3	кровь, биохим. (супероксид-дисмутаза)
1314-13-2	Цинк оксид	0,3	кровь, биохим. (супероксид-дисмутаза)
7733-02-0	Цинк сульфат	0,3	кровь, биохим. (супероксид-дисмутаза)
7646-85-7	Цинк хлорид	0,3	
557-21-1	Цинк цианид	0,05	нервная система, гормон. (щитовидная жел.)
52315-07-8	Циперметрин	0,01	жел.-киш.тракт
121552-61-2	Ципродинил	0,03	печень
113096-99-4	Ципроконазол	0,01	биохим.
94361-06-5	Ципроконазол (SAN 619F)	0,01	печень
137-30-4	Цирам	0,003	гормон.
66215-27-8	Циромазин	0,0075	кровь
156-59-2	цис-1,2-Дихлорэтилен	0,01	кровь
5392-40-5	Цитраль	0,5	
17109-49-8	Эдифенфос	0,003	
150-38-9	ЭДТА тринатриевая соль	2,5	
112-95-8	Эйкозан	6	
38260-54-7	Экамет	0,003	
115-29-7	Эндосульфан	0,006	печень, почки, ЦНС, серд.-сос. сист., системн., гормон.
1031-07-8	Эндосульфан сульфат	0,006	
145-73-3	Эндоталл	0,02	печень, жел.-киш. тракт
129-67-9	Эндоталл,натриевая соль	0,2	
72-20-8	Эндрин	0,00025	ЦНС, печень
106-89-8	Эпихлоргидрин	0,002	почки, печень, ЦНС
759-94-4	Эптам	0,025	серд.-сос. сист., нервная сист., развитие
64-17-5	Этанол	54	
30043-49-3	Этидимурон	0,1	
140-88-5	Этилакрилат	0,014	
141-78-6	Этилацетат	0,9	системн. (смертность, масса тела)
100-41-4	Этилбензол	0,1	печень, почки
111-54-6	Этиленбисдитиокарбаминовая кислота	0,0003	
107-21-1	Этиленгликоль	2	почки, системн. (масса тела)
107-15-3	Этилендиамин	0,09	печень, почки
60-00-4	Этилендиаминтетрауксусная кислота	1,9	

2.4. Факторы канцерогенного потенциала (мг/(кг×сут.))$^{-1}$

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
630-20-6	1,1,1,2-Тетрахлорэтан	3	C	0,026	0,026
79-34-5	1,1,2,2-Тетрахлорэтан	3	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	ND	C	0,0057	0,0057
75-35-4	1,1-Дихлорэтилен	3	C	0,59	0,18
39001-02-0	1,2,3,4,5,6,7,8-Октахлор-дибензофуран		B2	13	13
35822-46-9	1,2,3,4,6,7,8-Гептахлор-дибензо-п-диоксин	3	B2	1600	1600
67562-39-4	1,2,3,4,6,7,8-Гептахлор-дибензофуран		B2	1600	1600
55673-89-7	1,2,3,4,7,8,9-Гептахлор-дибензофуран	3	B2		1300
39227-28-6	1,2,3,4,7,8-Гексахлор-дибензо-п-диоксин		B2	16000	16000
70648-26-9	1,2,3,4,7,8-Гексахлор-дибензофуран		B2	16000	16000
57653-85-7	1,2,3,6,7,8-Гексахлор-дибензо-п-диоксин	3	B2	16000	16000
57117-44-9	1,2,3,6,7,8-Гексахлор-дибензофуран		B2	16000	16000
19408-74-3	1,2,3,7,8,9-Гексахлор-дибензо-п-диоксин	3	B2	6200	4550
72918-21-9	1,2,3,7,8,9-Гексахлор-дибензофуран		B2	16000	16000
40321-76-4	1,2,3,7,8-Пентахлор-дибензо-п-диоксин	3	B2	80000	80000
109719-77-9	1,2,3,7,8-Пентахлордибен-зофуран		B2	8000	8000
96-18-4	1,2,3-Трихлорпропан	2A	B2	7	7
120-82-1	1,2,4-Трихлорбензол	–	D	0,0036	–
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	ND	B2	0,8	0,77
78-87-5	1,2-Дихлорпропан	3	B2	0,036	0,036
107-06-2	1,2-Дихлорэтан	2B	B2	0,091	0,091
540-59-0	1,2-Дихлорэтилен		–	–	1,2
106-99-0	1,3-Бутадиен	2A	A/B2	3,4	0,105
541-73-1	1,3-Дихлорбензол	3	D	0,024	0,024
542-75-6	1,3-Дихлорпропен	2B	B2	0,1	0,004
10061-02-6	1,3-Дихлорпропен(E), транс-			0,18	0,13
10061-01-5	1,3-Дихлорпропен(Z),цис-			0,18	0,13
1120-71-4	1,3-Пропансультон	2B	B2	2,4	2,4
2475-45-8	1,4,5,8-Тетрааминоантра-хинон	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

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
106-46-7	1,4-Дихлорбензол	2B	C	0,0054	0,04
764-41-0	1,4-Дихлорбут-2-ен	3	B2	9,3	9,3
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
82-28-0	1-Амино-2-метилантрахинон	3		0,15	0,15
134-32-7	1-Нафтиламин	3		1,8	1,8
5522-43-0	1-Нитропирен	2B	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	2B	B2	0,34	0,34
108-60-1	2,2'-Дихлоризопропиловый эфир	3	C	0,07	0,035
38380-08-4	2,3,3',4,4',5-Гексахлорбифенил			75	75
32598-14-4	2,3,3',4,4'-Пентахлорбифенил			15	15
60851-34-5	2,3,4,6,7,8-Гексахлордибензофуран		B2	16000	16000
57117-41-6	2,3,4,7,8-Пентахлордибензофуран		B2	80000	80000
50585-41-6	2,3,7,8-Тетрабром-п-диоксин			75000	
1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордибензо-п-диоксин	1	B2/A	150000	150000
51207-31-9	2,3,7,8-Тетрахлордибензофуран		B2	16000	16000
118-96-7	2,4,6-Тринитротолуол	3	C	0,03	0,03
634-93-5	2,4,6-Трихлоранилин		C	0,034	0,034
33663-50-2	2,4,6-Трихлоранилин гидрохлорид		C	0,029	0,029
88-06-2	2,4,6-Трихлорфенол	2B	B2	0,011	0,011
	2,4-/2,6-Динитротолуол, смесь изомеров	B2		0,68	
94-75-7	2,4-Д	3	D	0,019	0,019
1928-43-4	2,4-Д, 2-этилгексиловый эфир			0,019	
615-05-4	2,4-Диаминоанизол	2B	ND	0,023	0,023
39156-41-7	2,4-Диаминоанизол сульфат			0,013	0,013
95-68-1	2,4-Диметиланилин	3	C	0,75	0,75
21436-96-4	2,4-Диметиланилин гидрохлорид		C	0,58	0,58
121-14-2	2,4-Динитротолуол	2B	B2	0,68	0,31
584-84-9	2,4-Толуилендиизоцианат	2B	ND		0,039
606-20-2	2,6-Динитротолуол	2B	B2	0,68	0,68
68006-83-7	2-Амино-3-метил-9Н-пиридо[2,3-b]индол	2B		1,2	1,2
67730-11-4	2-Амино-6-метилдипиридо(1,2-a:3',2'-d)имидазол	2B		4,8	4,8
26148-68-5	2-Амино-9Н-пиридо[2,3-b]индол	2B		0,4	0,4
117-79-3	2-Аминоантрахинон	3	ND	0,033	0,033

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
67730-10-3	2-Аминодипиридо(1,2-a:3',2'-d)имидазол	2B		1,4	1,4
132-27-4	2-Бифенилол, натриевая соль	2B	B2	0,003	0,003
149-30-4	2-Меркаптобензотиазол	-	C	0,029	0,029
129-15-7	2-Метил-1-нитроантрахинон	2B		4,3	4,3
513-37-1	2-Метил-1-хлорпроп-1-ен	2B	C	0,045	0,045
563-47-3	2-Метил-3-хлорпроп-1-ен	3	C	0,14	0,14
99-55-8	2-Метил-5-нитроанилин	3	C	0,033	0,033
75-55-8	2-Метилазиридин	2B	B2	150	
95-53-4	2-Метиланилин	2A	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	2B	C	0,14	0,14
134-29-2	2-Метоксибензамин гидрохлорид	2B		0,11	0,11
91-59-8	2-Нафтиламин	1	A	1,8	1,8
79-46-9	2-Нитропропан	2B	B2	9,5	9,4
88-72-2	2-Нитротолуол	3	B2	0,23	
607-57-8	2-Нитрофлуорен	2B	ND	0,12	0,039
25013-16-5	2-трет-Бутил-4-метоксифенол	2B		0,0002	0,0002
90-43-7	2-Фенилфенол	3	B2	0,0019	0,0019
95-81-8	2-Хлор-5-метиланилин			4,3	8,4
75-29-6	2-Хлорпропан			0,13	0,13
32774-16-6	3,3',4,4',5,5'-Гексахлорбифенил	2A	B2	13	13
57465-28-8	3,3',4,4',5-Пентахлорбифенил (PCB 126)	B2	2A	13000	13000
32598-13-3	3,3',4,4'-Тетрахлорбифенил	2A	B2	75	75
119-93-7	3,3'-Диметилбензидин	2B	B2	2,3	9,2
119-90-4	3,3'-Диметоксибензидин	2B	B2	0,014	0,014
91-94-1	3,3'-Дихлорбензидин	2B	B2	0,45	1,2
70362-50-4	3,4,4',5-Тетрахлорбифенил	2A	B2	13	13
76180-96-6	3H-Имидазо(4,5-f)хинолин, 2-амино-3-метил-	2A		1,4	1,4
6109-97-3	3-Амино-9-этилкарбазол гидрохлорид			0,078	0,078
108-44-1	3-Метиланилин			0,24	0,24
56-49-5	3-Метилхолантрен	ND	B2	22	22
99-09-2	3-Нитроанилин			0,021	
96-12-8	3-Хлор-1,2-дибромпропан	2B	B2	7	7
101-77-9	4,4'-Диаминодифенилметан	2B	ND	0,25	1,6
101-14-4	4,4'-Метиленбис(2-хлоранилин)	2A	B2	0,13	0,13
13552-44-8	4,4'-Метилендианилин дихлорид	2B		1,2	1,2
101-80-4	4,4'-Оксидианилин	2B		0,14	0,14
101-61-1	4,4'-Тетраметилдиаминодифенилметан	3	B2	0,046	0,046
72-54-8	4,4-Тетрахлордифенилэтан	2B	B2	0,24	0,24
139-65-1	4,4'-Тиодианилин	2B		15	15
92-67-1	4-Аминодифенил	1	A	21	21

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
60-11-7	4-Диметиламиноазобензол	2B	B2	4,6	4,55
106-49-0	4-Метиланилин	ND	C	0,19	0,19
100-01-6	4-Нитроанилин	–	ND	0,021	
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
3165-93-3	4-Хлор-о-толуидин гидрохлорид	2A	B2	0,46	0,46
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	2B		120	39
57-97-6	7,12-Диметилбенз[а]антрацен	ND	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	ND	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	2B		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
133-07-3	N-Трихлорметилтиофталимид	3	B2	0,0035	0,0035
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	B2	4,5	4,5
107-13-1	Акрилонитрил	2B	B1	0,54	0,24
50-76-0	Актиномицин D	3		8700	8700
1596-84-5	Алар	ND	B2	0,018	0,018
15972-60-8	Алахлор		B2	0,081	0,068
309-00-2	Алдрин	3	B2	17	17
107-05-1	Аллил хлористый	3	C	0,021	0,021

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
319-84-6	альфа-Линдан	2B	B2	6,3	6,3
61-82-5	Амитрол	3	B2	0,91	0,91
62-53-3	Анилин	3	B2	0,0057	0,0057
74115-24-5	Апполо		C	0,0376	
140-57-8	Арамит	2B	B2	0,025	0,025
12674-11-2	Арохлор 1016			0,07	0,07
11104-28-2	Арохлор 1221			2	2
11141-16-5	Арохлор 1232			2	2
12672-29-6	Арохлор 1248			2	2
53469-21-9	Арохлор 1252	2A	B2	2	2
11097-69-1	Арохлор 1254	2A	B2	2	2
11096-82-5	Арохлор 1260			2	2
1332-21-4	Асбесты	1	A		22
1912-24-9	Атразин	3	E	0,222	0,22
492-80-8	Аурамин	2B		0,88	0,88
75-07-0	Ацетальдегид	2B	B2	–	0,0077
60-35-5	Ацетамид	2B	C	0,07	0,07
53-96-3	Ацетиламинофлуорен	ND	B2	3,8	3,8
34256-82-1	Ацетохлор		B2	0,0169	
30560-19-1	Ацефат		C	0,0087	0,0087
50594-66-6	Ацифлуорфен		B2	0,11	0,11
62476-59-9	Ацифлуорфен, натриевая соль		B2	0,107	
56-55-3	Бенз[а]антрацен	2A	B2	21	0,31
92-87-5	Бензидин	1	A	230	234
100-44-7	Бензил хлористый	2A	B2	0,17	0,17
8006-61-9	Бензин	2B	B2		0,035
50-32-8	Бензо(а)пирен	2A	B2	7,3	3,9
205-99-2	Бензо[b]флуорантен	2B	B2	7,3	0,39
205-82-3	Бензо[j]флуорантен	2B	ND	6,1	0,39
207-08-9	Бензо[k]флуорантен	2B	B2	0,073	0,031
71-43-2	Бензол	1	A	0,055	0,027
98-07-7	Бензотрихлорид	2A	B2	13	13
17804-35-2	Беномил		C	0,0042	0,0042
7440-41-7	Бериллий	1	B1	4,3	8,4
1304-56-9	Бериллий оксид	1	B2	7	7
13510-49-1	Бериллий сульфат (1 : 1)	1		3000	3000
3068-88-0	бета-Бутиролактон	2B		1	1
319-85-7	бета-Линдан	2B	C	1,8	1,85
57-57-8	бета-Пропиолактон	2B		14	14
39638-32-9	Бис(2-хлоризопропило-вый) эфир			0,07	0,035
111-44-4	Бис(2-хлорэтиловый)эфир	3	B2	1,1	1,15
82657-04-3	Бифентрин		C	0,054	0,054
10605-21-7	БМК		C	0,042	0,0042
15541-45-4	Броматы		2B	0,7	
67774-32-7	Бромдифенилы	2B	B2	8,9	30
75-27-4	Бромдихлорметан	2B	B2	0,062	0,13
1689-84-5	Бромоксинил		C	0,103	
75-25-2	Бромоформ	3	B2	0,0079	0,0039

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
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
69806-40-2	Галоксифоп-метил		B2	7,39	
79983-71-4	Гексаконазол		C	0,016	
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
34465-46-8	Гексахлордибензо-п-диоксин			13000	13000
67-72-1	Гексахлорэтан	2B	C	0,014	0,014
548-62-9	Генцианвиолет			0,1	
76-44-8	Гептахлор	2B	B2	4,5	4,5
1024-57-3	Гептахлорэпоксид	2B	B2	9,1	9,1
302-01-2	Гидразин	2B	B2	3	17,1
7803-57-8	Гидразин гидрат	–	–	3	17
10034-93-2	Гидразин сульфат		B2	3	17
16568-02-8	Гиромитрин	3		10	10
1071-83-6	Глифосат		E	5,00E-05	
4342-03-4	Дакарбазин	2B		49	49
1861-32-1	Дактал		C	0,00149	
50-29-3	ДДТ	2B	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	3	B2	0,014	0,0084
2303-16-4	Диаллат	3	B2	0,061	0,061
224-42-0	Дибен[a,j]акридин	2B	ND	1,2	0,39
226-36-8	Дибенз[a,h]акридин	2B	ND	1,2	0,39
53-70-3	Дибензо(a,h)антрацен	2A	B2	7,3	3,1
189-64-0	Дибензо[a,h)пирен	2B	ND	120	39
189-55-9	Дибензо[a,i]пирен	2B	B2	120	39
191-30-0	Дибензо[a,l]пирен	2B	ND	120	39
	Дибензо[f,j]антрацен			12	3,9
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
115-32-2	Дикофол	3	C	0,44	0,44
79-44-7	Диметилкарбамоилхлорид	2A	B2	13	13
77-78-1	Диметилсульфат	2A	B2		34
25321-14-6	Динитротолуол (смесь изомеров)	ND		0,68	0,68
136-45-8	Ди-н-пропилизоцинхомеронат		C	0,0024	
1746-01-6	Диоксины (хлорированные дибензодиоксины)	1		150000	150000
1143-38-0	Дитранол	3		0,22	35
330-54-1	Диурон		B1	0,019	
119446-68-3	Дифеноконазол		C	0,157	
25321-22-6	Дихлорбензол		B2	0,024	0,024
75-09-2	Дихлорметан	2B	B2	0,0075	0,0016
62-73-7	Дихлорофос	2B	B2	0,29	0,29

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
79-43-6	Дихлоруксусная кислота	2B	B2	0,05	
1300-21-6	Дихлорэтан			0,091	0,091
60-57-1	Диэлдрин	3	B2	16	16
56-53-1	Диэтилстильбэстрол	1	A	4700	490
78-59-1	Изофорон	–	C	0,00094	0,00095
51338-27-3	Иллоксан		C	0,23	
35554-44-0	Имазалил		B	0,062	
193-39-5	Индено[1,2,3-c,d]пирен	2B	B2	0,73	0,31
505-60-2	Иприт	1	A	9,5	
36734-19-7	Ипродион		B2	0,0439	0,0439
74-88-4	Йодметан	3	D	2,9	2,9
7440-43-9	Кадмий	1	B1	0,38	6,3
75-60-5	Какодиловая кислота		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	0,0035	0,0023
2425-06-1	Каптофол	2A	B2	0,0086	0,15
86-74-8	Карбазол	3	B2	0,02	0,02
63-25-2	Карбарил	3	C	0,0119	0,0227
143-50-0	Кепон	2B	B2	8	16
7440-48-4	Кобальт	2A	B1		9,8
143390-89-0	Крезоксим-метил		B2	0,0029	
123-73-9	Кротональдегид	3	C	1,9	1,9
135-20-6	Купферрон		B2	0,22	0,22
303-34-4	Лазиокарпин	2B		7,8	7,8
77501-63-4	Лактофен		B2	0,17	
58-89-9	Линдан	3	B2	1,3	1,1
330-55-2	Линурон		C	0,18	0,18
12427-38-2	Манеб	3	B2	0,06	0,06
8018-01-7	Манкозеб		B2	0,0601	
148-82-3	Мелфалан	1		130	130
137-42-8	Метам-натрий		B2	0,198	
60-34-4	Метилгидразин		B2	1,1	17,2
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
121-73-3	м-Нитрохлорбензол	3	B2	0,018	0
2212-67-1	Молинат		C	0,11	
315-22-0	Монокроталин	2B		10	10
2439-01-2	Морестан		B2	0,0342	
7440-38-2	Мышьяк	1	A	1,5	15
192-65-4	Нафто(1,2,3,4-def)хризен	2B	ND	12	3,9
7440-02-0	Никель	2B	A		0,84
13463-39-3	Никель карбонил		B2		0,91
	Никель очищенный, пыль	1	A		0,84

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
12035-72-2	Никель субсульфид		A	1,7	1,68
139-13-9	Нитрилотриуксусная кислота	2B		0,0053	0,0053
18662-53-8	Нитрилотриуксусная кислота, тринатриевая соль моногидрат	2B		0,01	0,01
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	
3268-87-9	Октахлордибензо-п-диоксин	3			130
88-73-3	о-Нитрохлорбензол	3	B2	0,0097	0,025
19044-88-3	Оризалин		C	0,13	
569-61-9	Основной красный 9	2B		240	0,25
62-44-2	п-Ацетофенетидин	2A		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	2B	B2	0,12	0,018
52645-53-1	Перметрин	3	C	0,0184	0,0184
5160-02-1	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	3	B2	0,0067	0,018
1336-36-3	Полихлорированные бифенилы	2A	B2	0,4	0,4
65996-93-2	Полициклические органические вещества	1		7,3	0,7
3564-09-8	Понсо 3R	2B		0,016	0,016
3761-53-3	Понсо MX	2B		0,0045	0,0045
671-16-9	Прокарбазин	2A		14	14
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	ND	B2	0,00369	0,00369
67747-09-5	Прохлорац		C	0,15	0,15

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
16071-86-6	Прямой коричневый 95	2B	A	9,3	6,7
2602-46-2	Прямой синий 6	2B	A	8,1	7,4
1937-37-7	Прямой черный 38	2B	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	1			0,0155
94-59-7	Сафрол	2B	B2	0,22	0,22
7439-92-1	Свинец	2A	B2	0,047	0,042
301-04-2	Свинец ацетат	3		0,03	0,28
1335-32-6	Свинец ацетат, основной	3		0,03	0,038
7758-97-6	Свинец хромат	1		0,017	
7446-27-7	Свинец(II)фосфат(3:2)	2B		0,012	
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	2B	C	0,03	0,002
96-09-3	Стиролоксид	2A		0,16	0,16
18883-66-4	Стрептозоцин	2B		110	110
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	–	–	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	0,052	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	1,2	1,1
91-08-7	Толуол-2,6-диизоцианат	2B	ND		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
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

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
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	0,0054	
512-56-1	Триметилфосфат		B2	0,037	0,037
62450-06-0	Триптофан P1	2B		26	26
62450-07-1	Триптофан P-2	2B		3,2	3,2
126-72-7	Трис(2,3-дибромпропил) фосфат	2A	B2	2,3	2,3
76-87-9	Трифенилоловогидроксид		B2	1,83	
79-01-6	Трихлорэтилен	2A	B2	0,011	0,0063
1333-86-4	Углерод черный	2B			0,017
51-79-6	Уретан	2B	ND	1	1
94-78-0	Феназопиридин	2B		0,17	0,17
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		B2	0,047	–
95-80-7	Фенилен-2,4-диамин	2B	B2	3,2	4
50-06-6	Фенобарбитал	2B		0,46	0,46
59-96-1	Феноксибензамин	2B		3,1	3,1
63-92-3	Феноксибензамин гидро-хлорид	2B		2,7	2,7
79622-59-6	Флуазинам		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	2A	B1	–	0,046
961-11-5	Фосфорная кислота, 2-хлор-1-(2,4,5-трихлорфенил) винил, диметиловый эфир	C		0,024	0,024
67-45-8	Фуразолидон	3	B2	3,8	3,8
59-87-0	Фурациллин	3	B2	1,5	9,4
3688-53-7	Фуриламид	2B		0,21	0,21
531-82-8	Фуриум	2B	B2	50	1,5
60568-05-0	Фурмециклокс		B2	0,03	0,03
91-22-5	Хинолин	3	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	2B	B2	1,2	1,3
12789-03-6	Хлордан технический	2B	B2	0,035	0,35
73506-94-2	Хлордибромэтан			0,084	0
6164-98-3	Хлордимеформ	3	B2	1,3	
	Хлорированные диоксины и дибензофураны			156000	
108171-26-2	Хлорированные парафины C12 (60 % хлора)	2B	ND	0,089	0,089

CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
74-87-3	Хлорметан	3	E	0,013	0,0063
107-30-2	Хлорметоксиметан	1	A	2,4	2,4
1897-45-6	Хлороталонил	3	B2	0,011	0,0031
67-66-3	Хлороформ	2B	B2	0,0061	0,008
61788-33-8	Хлортерфенилы			4,5	0
569-57-3	Хлортрианизен			240	240
25167-80-0	Хлорфенолы	2B		0,12	
115-28-6	Хлорэндиковая кислота	2B	D	0,091	0,091
75-00-3	Хлорэтан	3	B	0,0029	0,0047
218-01-9	Хризен	3	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	
66215-27-8	Циромазин		E	0,0024	0,0024
	Эмиссии бензиновых двигателей без добавок свинца (по органическим веществам)	2B	B2		0,42
	Эмиссии бензиновых двигателей без добавок свинца (по взвешенным веществам)	2B	B2		0,1785
	Эмиссии бензиновых двигателей с добавками свинца (по взвешенным веществам)	2B	B2		0,056
	Эмиссии дизельных двигателей	2A	B1		1,1
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	

3.1. Расчет суточных доз при ингаляционном воздействии веществ с атмосферным воздухом

I = [(Ca×Tout × Vout) + (Ch × Tin × Vin) × EF × ED/(BW × AT × 365)]:		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Величина поступления, мг/(кг×день)	–
Ca	Концентрация вещества в атмосферном воздухе, мг/м^3	–
Ch	Концентрация вещества в воздухе жилища, мг/м^3	1,0 × Ca
Tout	Время, проводимое вне помещений, час/день	8 ч/день
Tin	Время, проводимое внутри помещений, час/день	16 ч/день
Vout	Скорость дыхания вне помещений, м^3/час	1,4 м^3/час
Vin	Скорость дыхания внутри помещения, м^3/час	0,63 м^3/час
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дн./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

3.2. Стандартная формула для расчета средней суточной дозы и стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой

I = (Cw × V × EF × ED)/ (BW × AT × 365)		
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 дн./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

3.3. Стандартная формула для расчета средней суточной дозы и стандартные значения факторов экспозиции при ингаляционном поступлении химических веществ, испаряющихся из питьевой воды

I = CDI × ED × EF/(AT × 365)		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Ингаляционное поступление, мг/(кг×день)	–
CDI	Средняя концентрация в воздухе, мг/м^3	CDI = (Xb + Xh) × Cw × Theta
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
EF	Частота воздействия, дн./год	365 дн./год
AT	Период усреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
Cw	Концентрация вещества в воде, мг/л	
Xb	Вспомогательная величина, отражающая вклад водных процедур в общую ингаляционную нагрузку	Xb = 0,7 × Ira × Tb × Wb/ (VRb × 60)

I = CDI × ED × EF/(AT × 365)		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
Xh	Вспомогательная величина, отражающая вклад питьевой воды (кроме, водных процедур) в общую ингаляционную нагрузку	Xh = 0,54 × (Wh × IRa × (Th – Tr)/(VRh)) + 0,54 × (Tr × IRr ×Wh/VRh)
Theta	Эффективность массопереноса вещества из воды в воздух	Theta = 3000000/(2,5/$Dw^{0,67}$)+ [(R × T/(H × $Da^{0,33}$)]
T	Температура в квартире, °K	T = 273 + 20 = 293 °K
t	Температура в квартире, °C	20 °C
H	Константа закона Генри, Па-$м^3$/моль	Значения содержатся в химических справочниках, базе данных SARETbase, базах данных к программе по оценке межсредовых переходов и расчету доз многосредового воздействия [1]. 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: Dw = 22 × 0,00001/$MW^{0,67}$. Для большинства неорганических веществ коэффициент диффузии близок к нулю
Da	Коэффициент диффузии в воздух, $см^2$/с	Для органических веществ: Da = 1,9/$MW^{0,67}$. Для большинства неорганических веществ коэффициент диффузии близок к нулю
IRr	Скорость вентиляции в покое, $м^3$/(кг×ч)	0,007 $м^3$/(кг×ч)
IRa	Скорость вентиляции при активной деятельности, $м^3$/(кг×ч)	0,02 $м^3$/(кг×ч)
Tr	Продолжительность сна, отдыха, ч	8 часов
Tb	Время, затрачиваемое на умывание, принятия душа, ванны, мин/день	30 мин/день
Th	Общее время пребывания в жилище, ч/день	16 ч/день
VRb	Скорость вентиляции в ванной комнате, $м^3$/мин	0,5 $м^3$/мин
VRh	Скорость вентиляции в квартире, $м^3$/ч	360 $м^3$/ч
Wh	Общее водопотребление в квартире, л/ч	30 л/ч
Wb	Водопотребление для умывания, душа, ванны, л/мин	8 л/мин
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг
В основе расчетного уравнения лежит модель McKone. [1] – Базы данных и программы по расчету межсредовых переходов и доз многосредового воздействия разработаны в НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды.		

3.4. Стандартная формула расчета средней суточной дозы и стандартные значения факторов экспозиции при ингаляционном поступлении химических веществ, испаряющихся из питьевой воды во время купания (плавания) в открытом водоеме

I = (CA × IR × EF × ET × ED)/(AT)		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Ингаляционное поступление, мг/(кг×день)	–
CA	Концентрация вещества в воздухе, мг/м^3	(Cw × Vp × 273 × MW)/(760 × T × 22,4)
Cw	Концентрация вещества в воде, мг/л	–
IR	Скорость ингаляции, м^3/ч-кг	0,02 м^3/ч-кг
ET	Время воздействия, ч/дн.	1 ч
EF	Частота воздействия, дн./год	45 дн./год
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
AT	Период усреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг
t	Температура, °С	20 °С
T	Температура, °К	273 + t = 293 °К
Vp	Давление паров, мм рт. ст.	Значения содержатся в химических справочниках, базе данных SARETbase, базах данных к программе по оценке межсредовых переходов и расчету доз многосредового воздействия[1]
MW	Молекулярная масса, г/моль	Значения содержатся в химических справочниках, базе данных SARETbase, базах данных к программе по оценке межсредовых переходов и расчету доз многосредового воздействия[1]
[1] – Базы данных и программы по расчету межсредовых переходов и доз многосредового воздействия разработаны в НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды.		

3.5. Стандартная формула расчета средней суточной дозы и стандартные значения факторов экспозиции при случайном заглатывании поверхностной воды (воды водоемов)

I = (Cw × IR × EF × ED × ET)/(AT × BW × 365)		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Пероральное поступление, мг/(кг×день)	–
Cw	Концентрация вещества в воде, мг/л	–
IR	Скорость поступления, л/ч	0,05 л/ч
ET	Время воздействия, ч/день	1 ч
EF	Частота воздействия, дн./год	45 дн./год
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
AT	Период усреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг

3.6. Стандартная формула расчета средней суточной дозы и стандартные значения факторов экспозиции при накожной экспозиции воды открытых водоемов (поглощенная доза)

DAD = (DAe × EV × ED × EF × SA)/(BW × AT × 3600 × 1000)		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
DAD	Абсорбированная накожная доза, мг/(кг×день)	–
DAe	Абсорбированная доза за событие, мг/см^2-событие	–
EV	Частота событий в год	45
ET	Время воздействия, ч/дн.	0,58 ч/дн.; ребенок: 1 ч/дн.
SA	Площадь поверхности кожи, см^2	18000 см^2; дети: 6600 см^2
EF	Частота воздействия, дн./г	45 дн./год
ED	Продолжительность воздействия, лет	30 лет; дети: 6 лет
AT	Период усреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг

3.7. Стандартная формула расчета средней суточной дозы и стандартные значения факторов экспозиции при накожной экспозиции водопроводной (питьевой) воды (поглощенная доза)

DAD = (DAe × EV × ED × EF × SA)/(BW × AT × 365 × 1000)		
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: $DAe = Kp \times Cw \times te$. Для органических веществ: если $te \le t^*$, то $DAe = 2 \times Kp \times Cw \times (6 \times thaue \times te/3,14)^{0,5}$, если $te > t^*$, то $DAe = Kp \times Cw \times \{(te/(1+B)) + 2 \times thaue \times (1+3 \times B+3 \times B^2)/(1+B)^2\}$
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, дн./г	350 дн./год
SA	Площадь участка кожи, см^2	18000 см^2; ребенок: 6600 см^2
BW	Масса тела, кг	70 кг; дети: 15 кг
AT	Период усреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет
ABS	Коэффициент кожной резорбции, отн. ед.	Определяется свойствами вещества
Kp	Коэффициент кожной проницаемости, см/ч	$\text{Log } Kp = -2,8 + 0,67 \times Kow - 0,0056 \times MW$
MW	Молекулярная масса, г/моль	Значения содержатся в химических справочниках, базе данных SARETbase, базах данных к программе по оценке межсредовых переходов и расчету доз многосредового воздействия[1]

DAD = (DAe × EV × ED × EF × SA)/(BW × AT × 365 × 1000)		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
Kow	Коэффициент распределения октанол/вода	Значения содержатся в химических справочниках, базе данных SARETbase, базах данных к программе по оценке межсредовых переходов и расчету доз многосредового воздействия[1]. LogKow = 3,06 – 0,68 × Log (S)
S	Растворимость вещества в воде	Значения содержатся в химических справочниках, базе данных SARETbase, базах данных к программе по оценке межсредовых переходов и расчету доз многосредового воздействия[1]
te	Продолжительность одного события, час/событие	0,58; ребенок: 1,0
B	Коэффициент соотношения между проницаемостью через роговой слой кожи и эпидермис	$B = (Kp \times MW^{0,5})/2,6$
thaue	Лаг-период на событие, час/событие	Для органических веществ: $thaue = 0,16 \times 10^{(0,0056 \times MW)}$
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, ч	Для органических веществ, если $B \leq 0,6$, то $t^* = 2,4 \times thaue$; если $B > 0,6$, то $t^* = (b-(b^2 + c^2)^{1/2}) \times (Lsc^2/Dsc)$, где $b = 2 \times (1 + B)^2/3,14) - c$, $c = (1 + 3B + 3B^2)/(3(1 + B))$
[1] – Базы данных и программы по расчету межсредовых переходов и доз многосредового воздействия разработаны в НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды.		

3.8. Стандартная формула расчета средней суточной дозы при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами (при использовании методов индивидуального потребления)

$I = \Sigma [(A_1 \times m_1) + (A_2 \times m_2) + (A_n \times m_n)] \times F / BW$		
Параметры	Характеристика	Стандартное значение
I	Поступление вещества с рационом питания, мг/кг массы тела в сутки	
$A_1 \ldots A_n$	Концентрация вещества в конкретных пищевых продуктах, мг/кг продукта	
$m_1 \ldots m_n$	Масса потребленного продукта в день, кг	
F	Доля местных, потенциально загрязненных продуктов в суточном рационе, отн. ед.	Определяется местными условиями. Крайняя оценка: F = 1,0
BW	Масса тела, кг	
При расчете суточного поступления химических веществ с пищевыми продуктами необходимо представить источник информации о потреблении пищевых продуктов.		

3.9. Стандартная формула расчета средней суточной дозы при поступлении химических веществ с пищевыми продуктами (при использовании бюджетных методов потребления)

$I = \Sigma [(A_1 \times m_1) + (A_2 \times m_2) + (A_n \times m_n)] \times F / BW$		
Параметры	Характеристика	Стандартное значение
I	Поступление вещества с рационом питания, мг/кг массы тела в сутки	
A_1.....A_n	Концентрация вещества в конкретных пищевых продуктах, мг/кг продукта	
m_1.....m_n	Масса потребленного продукта в день, кг	
T	Коэффициент пересчета на съедобную часть	Определяется по справочнику «Химический состав пищевых продуктов». Изд-во «Пищевая промышленность», 1976. С. 200—207
F	Доля местных, потенциально загрязненных продуктов в суточном рационе, отн. ед.	Определяется местными условиями. Крайняя оценка: F = 1,0
BW	Масса тела, кг	
При расчете нагрузки принимается, что частота воздействия составляет 365 дней, продолжительность воздействия для взрослых – 30 лет, детей – 6 лет, период усреднения экспозиции для взрослых 30 лет, для детей 6 лет (для канцерогенов – 70 лет). Масса тела для взрослого населения принимается либо 70 кг (для детей – 15 кг), либо средняя масса тела изучаемой возрастной группы населения.		

3.10. Стандартная формула расчета средней суточной дозы при поступлении химических веществ для детей первого года жизни с грудным молоком и продуктами прикорма

$I = \Sigma [(C_1 \times m_1) + (C_2 \times m_2) + (C_n \times m_n)] / BW$		
Параметры	Характеристика	Стандартное значение
I	Поступление вещества с рационом питания, мг/кг массы тела в сутки	
C_1	Концентрация вещества в грудном молоке, мг/кг	
C_2.....C_n	Концентрация вещества в продуктах прикорма, мг/кг	
m_1	Масса потребленного грудного молока в день, кг	
m_1.....m_n	Масса потребления продуктов прикорма в день, кг	
BW	Масса тела, кг	
При расчете нагрузки принимается, что продолжительность воздействия принимается равной 1 году, период усредненной экспозиции – 1 год. Масса тела принимается либо 10 кг, либо средняя масса тела изучаемой возрастной группы населения.		

3.11. Стандартная формула расчета средней суточной дозы и стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении веществ из почвы

Канцерогены: $I = Cs \times FI \times EF \times ET \times CF2 \times ((EDc \times IRc/BWc) + (EDa \times IRa/BWa))/(AT \times 365)$ Неканцерогены: $I = Cs \times FI \times ET \times CF2 \times IRn \times EDn/(BWn \times ATn \times 365)$		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Поступление с почвой, мг/(кг×день)	–
Cs	Концентрация вещества в почве, мг/кг	–
IR	Скорость поступления, кг/сут.	0,0001 кг/сут.; дети: 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
ET	Время воздействия, час/день	1 ч/дн
CF2	Пересчетный коэффициент, дней/час	ET/24 дн/ч
FI	Загрязненная фракция почвы, отн. ед.	1,0 (т. е. 100 %)
EF	Частота воздействия, дн./г	350 дн./г; рекреационный сценарий: 75 дн./г
EDn	Продолжительность воздействия, лет	Для детей: EDn = EDc; для взрослых: EDn = EDa
EDc	Продолжительность воздействия в возрасте старше 6 лет	6 лет
EDa	Продолжительность воздействия в возрасте моложе 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 усреднения экспозиции, лет	Для взрослых 30 лет; для детей: 6 лет
AT	Период усреднения экспозиции, лет	70 лет (канцерогены)

3.12. Стандартная формула для расчета средней суточной дозы при ингаляционном воздействии химических веществ, попадающих в воздух из почвы

$I = (Ca \times IR \times ED \times EF)/(BW \times AT \times 365)$		
Параметр	Характеристика	Стандартное значение
I	Ингаляционное поступление, мг/(кг×день)	–
Ca	Концентрация вещества в воздухе, мг/м^3	$Cs \times (1/PEF + 1/EF)$
Cs	Концентрация вещества в почве, мг/кг	–
PEF	Фактор эмиссии пылевых частиц, м^3/кг	расчетная величина (табл. 3.13)
VF	Фактор испарения из почвы, м^3/кг	расчетная величина (табл. 3.14)
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 усреднения экспозиции, лет	Для взрослых 30 лет; для детей: 6 лет; канцерогены: 70 лет

3.13. Расчет фактора эмиссии пылевых частиц

$PEF = Q/C \times 3666/(0{,}036 \times (1 - V) \times (U_m/U_t)^3 \times F(x))$		
Параметр	Определение	Стандартная величина
PEF	Фактор эмиссии пылевых частиц, $м^3/кг$	$1{,}32 \times 10^9$ или расчетная величина
Q/C	Средняя инверсная концентрация в центре участка площадью 0,5 акра, $г/м^2$ – с на $кг/м^3$	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

3.14. Расчет фактора испарения вещества из почвы

$VF = Q/C \times (3{,}14 \times D_a \times T)^{1/2} \times 10^{-4}/(2 \times rho_b \times D_a)$		
Параметр	Определение	Стандартная величина
VF	Фактор испарения с поверхности почвы, $м^3/кг$	–
Q/C	Средняя инверсная концентрация в центре участка площадью 0,5 акра, $г/м^2$ – с на $кг/м^3$	68,81
T	Интервал воздействия, с	$9{,}5 \times 10^8$ с
D_a	Наблюдаемая диффузия, $см^2/с$	см. примечание *
Rho_b	Плотность сухой почвы, $г/см^3$	1,5 $г/см^3$
$Theta_a$	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, $г/см^3$	2,65 $г/см^3$
Di	Диффузия в воздух, $см^2/с$	Для органических веществ: $Di = 1{,}9/MW^{0{,}67}$. Для большинства неорганических веществ коэффициент диффузии близок к нулю.
H	Константа закона Генри, Па-$м^3$/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, базе данных SARETbase, базах данных к программе по оценке межсредовых переходов и расчету доз многосредового воздействия**
H'	Константа закона Генри, отн. ед.	$H' = H \times 41$
Dw	Диффузия в воду, $см^2/с$	Для органических веществ: $Dw = 22 \times 0{,}00001/MW^{0{,}67}$. Для большинства неорганических веществ коэффициент диффузии близок к нулю

$VF = Q/C \times (3{,}14 \times D_a \times T)^{1/2} \times 10^{-4}/(2 \times rho_b \times D_a)$		
Параметр	Определение	Стандартная величина
Kd	Коэффициент распределения почва/вода, $см^3/г$	$K_{oc} \times f_{oc}$
K_{oc}	Коэффициент распределения органического углерода почва/вода, $см^3/г$	Может быть рассчитан по величине коэффициента распределения октанол/вода
f_{oc}	Фракция органического углерода в почве, г/г	0,006 г/г (0,6 %)
$*D_a = ((theta_a^{3,3} \times Di \times H' + theta_w^{3,3} \times Dw)/n^2)/rho_b \times Kd + theta_w + theta_a \times H')$. ** – Базы данных и программы по расчету межсредовых переходов и доз многосредового воздействия разработаны в НИИ экологии человека и гигиены окружающей среды.		

3.15. Стандартная формула для расчета средней суточной дозы при накожной экспозиции почвы

$DAD = (DAe \times EF \times ED \times EV \times SA)/(BW \times AT \times 365)$		
Параметр	Определение	Стандартная величина
DAD	Абсорбированная накожная доза, мг/(кг×день)	–
DAe	Абсорбированная доза за событие, $мг/см^2$-событие	$DAe = Cs \times CF \times AF \times ABSd$
Cs	Концентрация вещества в почве, мг/кг	–
CF	Пересчетный коэффициент, кг/мг	10^{-6} кг/мг
AF	Фактор загрязнения кожи, $мг/см^2$-событие	Зависит от сценария экспозиции или 0,2 $мг/см^2$ (дети); 0,1 $мг/см^2$ (взрослые)
ABSd	Абсорбированная фракция, отн. ед.	Определяется свойствами вещества: для органических веществ – 0,1, для неорганических – 0,01
SA	Площадь поверхности кожи, $см^2$	5700 $см^2$; ребенок: 3300 $см^2$
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 усреднения экспозиции, лет	30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет

gost.e-ecolog.ru