

ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
ВОЕННЫЙ УЧЕБНО-НАУЧНЫЙ ЦЕНТР ВОЕННО-ВОЗДУШНЫХ СИЛ
«ВОЕННО-ВОЗДУШНАЯ АКАДЕМИЯ
ИМЕНИ ПРОФЕССОРА Н.Е. ЖУКОВСКОГО И Ю.А. ГАГАРИНА»

**С.А. Куролап, О.В. Клепиков,
Н.В. Каверина, Т.В. Хорпякова**

**ПРАКТИКУМ
ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ,
СВЯЗАННОГО С ХИМИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

(учебное пособие для вузов)

Воронеж
Издательство «Научная книга»
2018

УДК 574:504.064

ББК 20.1

П69

*Рекомендовано к печати
научно-технической секцией 2 Управления научно-исследовательского
НИЦ ВУНЦ ВВС «Военно-воздушной академии им. проф. Н.Е.
Жуковского и Ю.А. Гагарина (протокол №5 от 24.04.2018г.)*

Рецензенты:

*Кафедра географии и туризма
Воронежского государственного педагогического университета*

*д.м.н., профессор **Н.П. Мамчик**
(заместитель главного врача
ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Воронежской области»)*

П69 Практикум по оценке риска для здоровья населения, связанного с химическим загрязнением окружающей среды: учебное пособие для вузов / Куролап С.А., Клепиков О.В., Каверина Н.В., Хорпякова Т.В. – Воронеж: Издательство «Научная книга», 2018. – 98 с.

ISBN 978-5-98222-

Учебное пособие (практикум) содержит основы теоретических знаний и практические работы в области оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду, с элементами экспертного анализа результатов.

Пособие разработано для формирования практико-ориентированных компетенций в соответствии с требованиями ФГОС ВО подготовки бакалавров и магистров по направлению 05.03.06 (бакалавриат) и 05.04.06 (магистратура) - «Экология и природопользование» и рекомендовано для использования в преподавании дисциплин «Экология человека», «Социально-гигиенический мониторинг», «Геохимия окружающей среды» Воронежского государственного университета, а также рекомендовано к использованию при изучении курсантами Военного учебно-научного центра Военно-воздушных сил «Военно-воздушная академия имени профессора Н.Е. Жуковского и Ю.А. Гагарина» дисциплины «Экология». Пособие может быть полезно обучающимся вузов, изучающим экологию человека и методы оценки экологических рисков для здоровья населения.

© С.А. Куролап, О.В. Клепиков,
Н.В. Каверина, Т.В. Хорпякова, 2018
© Издательство «Научная книга», 2018

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	4
1. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ	5
2. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА РИСКОВ ВСЛЕДСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ	17
2.1. Оценка канцерогенного риска от присутствия бенз(а)пирена в атмосферном воздухе	17
2.2. Оценка неканцерогенного риска, связанного с загрязнением атмосферного воздуха	19
2.3. Оценка канцерогенного риска, обусловленного качеством питьевой воды	21
2.4. Оценка неканцерогенного риска, обусловленного качеством питьевой воды	24
3. СОСТАВЛЕНИЕ ТИПОВОГО ПРОЕКТА ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ	26
3.1. Методология и схема расчета рисков	26
3.2. Состав и содержание типового проекта оценки риска для здоровья населения	32
ГЛОССАРИЙ	53
РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА	59
ПРИЛОЖЕНИЕ. СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА РИСКОВ	60

ПРЕДИСЛОВИЕ

В настоящем пособии изложена методология оценки риска для здоровья населения, связанного с химическим загрязнением окружающей среды. Приведены примеры практических задач по оценке канцерогенного и неканцерогенного рисков для здоровья населения, обусловленного воздействием химических загрязнителей окружающей среды (атмосферного воздуха и питьевой воды). Рассмотрен пример составления типового проекта по оценке риска для здоровья населения, обусловленного воздействием выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от блочно-модульной котельной, расположенной в жилом квартале города, с целью обоснования возможности сокращения санитарно-защитной зоны.

Теоретические подходы к изучению данной проблемы базируются на трудах ведущих отечественных и зарубежных ученых в области гигиены и экологии человека [9], что позволило обосновать современный рискологический подход в проблеме «среда - здоровье», ориентированный на выявление факторов экологического риска и минимизацию их негативного эффекта воздействия на биоту и население. С применением описанных подходов на территории города Воронежа выполнен ряд аналитических исследований по медико-экологическому зонированию городской среды и оценке риска для здоровья населения от воздействия неблагоприятных экологических факторов [5, 6]. Учебно-научные аспекты проблемы изложены в предшествующих учебно-методических пособиях авторов данного пособия, с которыми полезно ознакомиться студентам перед выполнением приведенных практических работ [7, 8].

Данное учебное пособие (практикум) будет полезно студентам в изучении современных методов оценки экологического риска при техногенном загрязнении окружающей среды, а также для формирования практических навыков и профессиональных компетенций в области проектно-производственной деятельности, определяемых Федеральными государственными образовательными стандартами высшего образования в сфере подготовки экологов-практиков.

1. МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ ПРИ ВОЗДЕЙСТВИИ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ

Для оценки воздействия техногенного загрязнения окружающей среды на здоровье населения урбанизированных регионов целесообразно применение современных методик оценки экологического риска.

Практическая потребность анализа и управления экологическим риском закономерно проявилась в России на рубеже XX - XXI вв. как основа принятия эффективных решений и целевых программ по устойчивому эколого-экономическому развитию крупных градопромышленных агломераций и обеспечению экологической безопасности населения. Концепция риска исходит из того, что наличие в окружающей среде потенциально опасных химических веществ и других вредных экологических факторов создает угрозу здоровью человека. Ключевое звено в данной концепции – здоровье человека и его охрана от вредного воздействия (т.е. снижение уровня риска) на основе анализа, выявления и устранения факторов риска.

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

Под **факторами риска здоровью** понимаются факторы, провоцирующие или увеличивающие риск развития определенных заболеваний. Применительно к неблагоприятному воздействию окружающей среды выделяют **факторы среды обитания**, к которым относят биологические (вирусные, бактериальные, паразитарные и иные), химические (загрязняющие вещества), физические (шум, вибрация, ультразвук, инфразвук, тепловые, ионизирующие, неионизирующие и иные излучения), социальные (питание, водоснабжение, условия быта, труда, отдыха) и иные факторы среды обитания, оказывающие воздействие на человека.

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

В последние годы быстро развивается новое научное направление, базирующееся на теории риска для здоровья, связанного с химическим загрязнением окружающей среды. Оно получило развитие на базе совместных разработок федерального центра гигиены им. Ф.Ф. Эрисмана, Федерального центра экологической политики России и Американского агентства по охране окружающей среды (US EPA). Базируясь на этой методологии, возможно идентифицировать и количественно оценивать уровни риска, а также планировать меры по организации мониторинга окружающей среды и снижению риска в экологически неблагоприятных районах [9].

Основные положения этой методологии оценки риска здоровью населения закреплены в руководстве Р 2.1.10.1920—04 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (утверждено главным государственным санитарным врачом РФ Г.Г. Онищенко 05.03.2004 г.) [10].

В соответствии с данным «руководством» процедуру оценки риска для здоровья населения, обусловленного воздействием химических загрязнителей среды обитания, можно подразделить на пять взаимосвязанных этапов.

- **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 воздействия (экспозиции) химических веществ на человека:** характеристика источников загрязнения, маршрутов движения загрязняющих веществ от источника к человеку, путей и точек 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.

- **Оценка зависимости «доза-ответ»:** выявление количественных связей между показателями состояния здоровья и уровнями экспозиции. Для этого, как правило, используются

экспериментальные данные (токсикологический эксперимент, спланированное эпидемиолого-гигиеническое исследование и др.).

• **Характеристика риска:** анализ всех полученных данных; расчет рисков для популяции и её 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.

• **Управление риском:** заключительный этап, связанный с мероприятиями по минимизации риска, которые осуществляются на основе выявленных приоритетов.

При этом эффекты воздействия на организм человека с точки зрения ответной реакции экспонированного населения можно с некоторой долей условности разделить на две основные группы:

- **канцерогенные;**

- **неканцерогенные (общетоксические).**

Типичные графические модели «доза – ответ (эффект)» иллюстрирует рис. 1.

Под **канцерогеном** понимают любой химический, физический или биологический агент, способный вызвать развитие рака (злокачественной опухоли), а под **канцерогенным эффектом** - возникновение злокачественных новообразований при воздействии факторов окружающей среды. Известно, что канцерогенные эффекты приближаются к прямой (линейной) зависимости (рис. 1, А): чем выше доза, тем сильнее эффект (тяжелые металлы, бенз(а)пирен и т.д.). Однако, определенный порог в принципе есть всегда (в малых дозах и радиация безвредна), но для канцерогенов он довольно низок. Как правило, канцерогены вызывают также побочные неканцерогенные эффекты.

Неканцерогенный эффект характеризует возрастание вероятности развития заболеваний различной природы, за исключением канцерогенных, и в отличие от канцерогенного эффекта проявляется по типу порогового эффекта, когда после определенного уровня воздействия эффект становится достоверным (проявляется не менее, чем у 1/6 части популяции, т.е. у 16,7 % экспонированных лиц), а рост патологических

реакций проявляется по экспоненциальному закону. Графическая модель напоминает «хоккейную клюшку» или сигмоидальную кривую (рис. 1, Б).

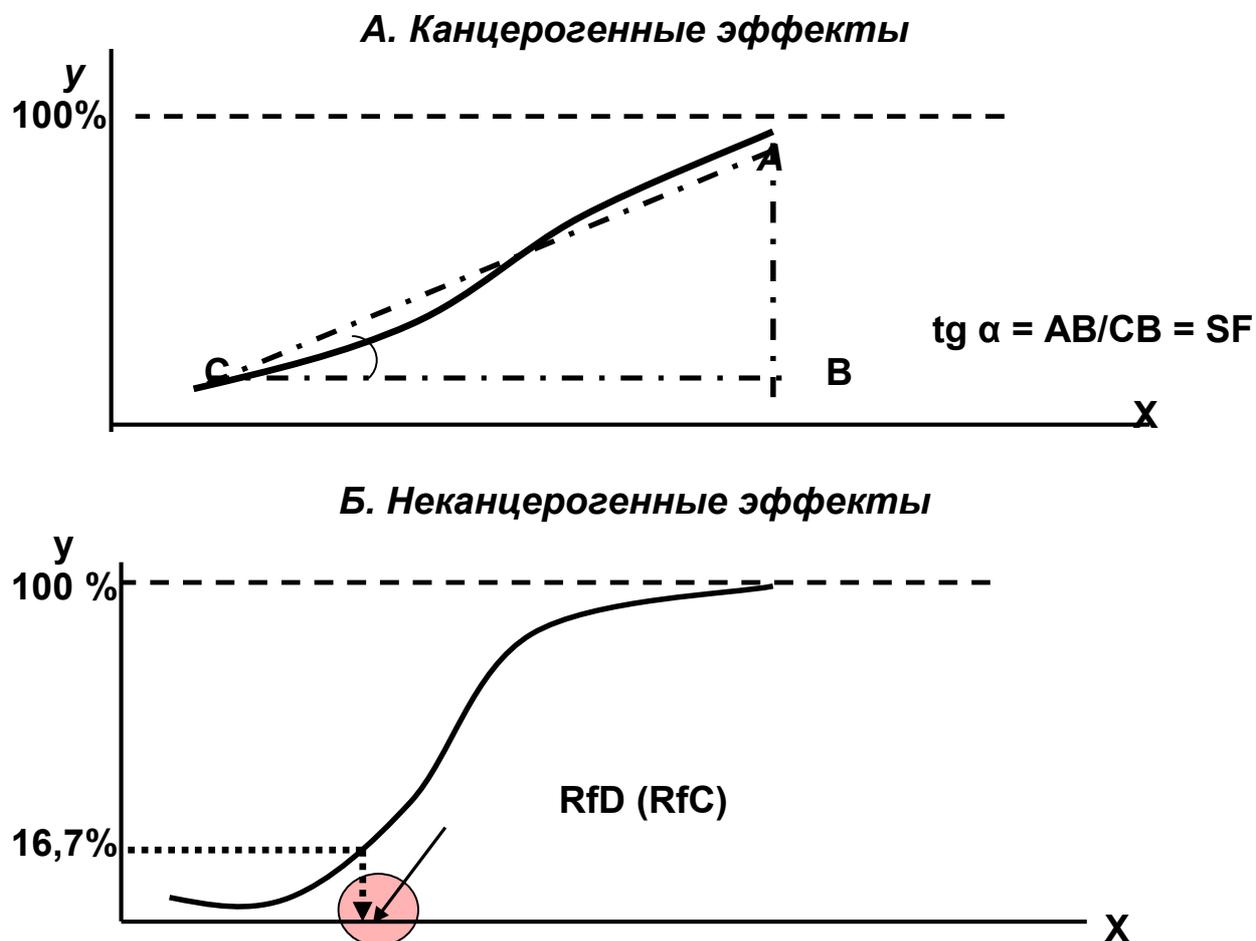


Рис. 1. Типичные модели «доза – эффект» (сплошная линия - зависимость возрастания числа токсических эффектов при увеличении воздействующей дозы вредного фактора).

По оси абсцисс (X) - доза (концентрация) воздействующего вредного фактора; по оси ординат (Y) – эффект (ответный отклик, т.е. % заболевших или лиц, у которых проявился токсический эффект от общего числа экспонированных лиц)

SF – фактор канцерогенного потенциала $(\text{мг}/(\text{кг} \cdot \text{сутки}))^{-1}$ - мера дополнительного индивидуального канцерогенного риска или степень увеличения вероятности развития рака при воздействии канцерогена. Определяется как тангенс угла наклона зависимости «доза-эффект» в нижней «линейной» части экспериментальной кривой. Факторы наклона канцерогенного потенциала разработаны в экспериментальных исследованиях на животных на

основе использования линейной многоступенчатой модели и с учетом статистической экстраполяции с высоких доз, где наблюдаются эффекты в лабораторных условиях, на малые дозы, реально встречающиеся в объектах окружающей среды, при которых эффект в эксперименте не выявляется. Фактор канцерогенного потенциала – табличная (справочная) величина, определяемая экспериментальным путем с последующим применением математических методов экстраполяции воздействия «высоких» доз на воздействие «низких».

RfD – референтная доза - суточное воздействие химического вещества в течение всей жизни, которое не приводит к возникновению неприемлемого риска для здоровья (**RfC – концентрация**). Как и фактор канцерогенного потенциала - это справочные величины.

Бывают, однако, и эффекты особого рода (**эффекты оптимума**), которые проявляются особым образом, например, когда существует оптимальная доза, любые отклонения от которой вредны, т.е. вызывают патологические реакции (примеры: микроэлементозы - болезни, связанные с балансом макро- и микроэлементов; так, недостаток фтора способствует развитию кариеса, а избыток – флюороза и т.д.). Это свойственно практически всем эссенциальным элементам: наличие зоны оптимума, отклонение от которой приводит к возрастанию вероятности развития вредных эффектов. Эффекты оптимума отражают видовую толерантность к воздействию вредному фактору и типичны для большинства эссенциальных веществ, присутствующих в организме в микродозах. Однако, в «Руководстве по оценке риска» [10] такие эффекты не рассматриваются.

Токсические эффекты могут иметь латентный период (например, контакт с фосфорорганическими пестицидами может приводить к ограничению подвижности и параличу нижних конечностей через несколько месяцев после контакта; длительное вдыхание паров асбеста может приводить к развитию рака легких спустя 20 - 25 лет).

Очень часто вредные эффекты характеризуют по локализации: поражение центральной нервной системы (ЦНС), желудочно-кишечного тракта, органов кроветворения, репродуктивной системы и т.д.

Критические органы и системы – те органы (системы), которые наиболее чувствительны к действию наименьших из

эффективных доз или концентраций химических веществ; причем, при одновременном поражении нескольких органов эффекты носят название «*системные эффекты*». Так, для воздействующих аэрогенным путем диоксида азота критическими будут органы дыхания, фенола – органы дыхания и глаза, толуола – центральная нервная система.

Таким образом, модели зависимости «доза-эффект» отражают основные количественные закономерности между воздействующей дозой и частотой вредных эффектов в экспонированной популяции. Наиболее типичны для химических загрязнителей среды обитания. Уровень реакции организма зависит от дозы. Чем выше доза, тем больший % населения реагирует на химическое воздействие и тем тяжелее реакция. Для канцерогенных эффектов пороговые дозы не признаются, а эффекты имеют линейный характер. Неканцерогенный эффект проявляется только после достижения пороговых (референтных) доз, а достоверным эффект считается в случае, если он проявляется не менее, чем у 16,7% части экспонированной популяции.

При оценке риска потенциальные дозы загрязняющих веществ, как правило, усредняются с учетом массы тела и времени воздействия. Такая доза носит название *средней суточной дозы (ADD)*.

При этом обычно принимается допущение, что в среднем суточное потребление атмосферного воздуха для взрослого человека составляет 20 м³/сутки, а потребление питьевой воды - 2 л.

Боле точно, как приведено в «Руководстве по оценке риска» [10], расчет среднесуточных доз при ингаляционном воздействии загрязняющих веществ, поступающих с атмосферным воздухом, проводится по формуле (1):

$$ADD = ((Ca * Tout * Vout) + (Ch * Tin * Vin)) * EF * ED / (BW * AT * 365) \quad (1)$$

При этом, как правило, принимаются стандартные значения показателей (факторов экспозиции), приведенные в табл. 1.

Пример: *рассчитать среднесуточную дозу поступления в организм диоксида азота при ингаляционном воздействии с атмосферным воздухом для детского и взрослого населения, если его среднесуточная концентрация в атмосферном воздухе составляет 0,05 мг/м³, а в воздухе жилого помещения - 0,04 мг/м³.*

*С использованием стандартных значений показателей имеем:
- для взрослого населения:*

$$ADD = ((0,05*8*1,4)+(0,04*16*0,63))*350*30/(70*30*365) = 0,013 \text{ мг/кг в сутки}$$

- для детского населения:

$$ADD = ((0,05*8*1,4)+(0,04*16*0,63))*350*6/(15*6*365) = 0,062 \text{ мг/кг в сутки}$$

Таблица 1

Стандартные значения факторов экспозиции, принимаемых для расчета среднесуточных доз при ингаляционном воздействии загрязняющих веществ

Параметр	Характеристика	Стандартное значение
<i>ADD</i>	Среднесуточная доза (величина поступления), мг/(кг*день)	-
<i>Ca</i>	Концентрация вещества в атмосферном воздухе, мг/м ³	-
<i>Ch</i>	Концентрация вещества в воздухе жилища, мг/м ³	при отсутствии данных: <i>Ch = Ca</i>
<i>Tout</i>	Время, проводимое вне помещений, час/день	8 ч/день
<i>Tin</i>	Время, проводимое внутри помещений, час/день	16 ч/день
<i>Vout</i>	Скорость дыхания вне помещений, м ³ /час	1,4 м ³ /час
<i>Vin</i>	Скорость дыхания внутри помещения, м ³ /час	0,63 м ³ /час
<i>EF</i>	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
<i>ED</i>	Продолжительность воздействия, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет
<i>BW</i>	Масса тела, кг	взрослые: 70 кг; дети: 15 кг
<i>AT</i>	Период осреднения экспозиции, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет (независимо от возраста)

В «Руководстве по оценке риска» [10] приведены также стандартные формулы для расчета средней суточной дозы и стандартные значения факторов экспозиции:

- при пероральном поступлении химических веществ в организм с питьевой водой;

- при пероральном поступлении химических веществ в организм с продуктами питания (при использовании методов индивидуального потребления продуктов питания);

- при ингаляционном поступлении химических веществ, испаряющихся из питьевой воды;
- при кожной экспозиции водопроводной (питьевой) воды (поглощенная доза);
- при поступлении химических веществ для детей первого года жизни с грудным молоком и продуктами прикорма;
- при пероральном поступлении веществ из почвы (для детей дошкольного возраста);
- при ингаляционном воздействии химических веществ, попадающих в воздух из почвы;
- при кожной экспозиции почвы.

Так, расчет среднесуточных доз при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой производится в соответствии с формулой (2) и данными, приведенными в табл. 2:

$$ADD = (C_w * V * EF * ED) / (BW * AT * 365) \quad (2)$$

Таблица 2

Стандартные значения факторов экспозиции при пероральном поступлении химических веществ с питьевой водой

Параметр	Характеристика	Стандартное значение
ADD	Поступление с питьевой водой, мг/(кг*день)	-
C_w	Концентрация вещества в воде, мг/л	-
V	Величина водопотребления, л/сут.	взрослые: 2 л/сут.; дети: 1 л/сут.
EF	Частота воздействия, дней/год	350 дней/год
ED	Продолжительность воздействия, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет
BW	Масса тела, кг	взрослые: 70 кг; дети: 15 кг
AT	Период осреднения экспозиции, лет	взрослые: 30 лет; дети: 6 лет; канцерогены: 70 лет (независимо от возраста)

Справочные величины (SF, RfC, RfD, критические органы и системы по веществам, стандартные значения факторов

экспозиции), необходимые для расчета рисков, приводятся в приложении к «Руководству по оценке риска» [10].

Канцерогенный риск (CR) в течение жизни определяется по формуле (3):

$$CR = ADD * SF \quad (3)$$

где ADD - средняя суточная доза в течение жизни, мг/(кг * день);

SF - фактор канцерогенного потенциала, (мг/(кг*сутки))⁻¹.

Неканцерогенный риск количественно оценивается на основе расчета коэффициента опасности (HQ) по формулам (4) и (5):

$$HQ = Ci/RfC \quad (\text{воздух}) \quad (4)$$

или

$$HQ = ADD/RfD \quad (\text{вода, продукты питания}) \quad (5)$$

где HQ - коэффициент опасности;

ADD - средняя доза, мг/кг; Ci - средняя концентрация (для воздушной среды - мг/м³, для водной среды - мг/дм³, для почвы и продуктов питания - мг/кг);

RfD - референтная (безопасная) доза, мг/кг; RfC - референтная (безопасная) концентрация, (для воздушной среды - мг/м³, для водной среды - мг/дм³, для почвы и продуктов питания - мг/кг).

С учетом однонаправленности воздействия веществ рассчитывается индекс опасности (CI или HI) в зависимости от характера суммируемых рисков, т.е. риск комбинированного эффекта по формулам (6) и (7):

$$CI = CR_1 + CR_2 + \dots + CR_n \quad (6)$$

$$HI = HQ_1 + HQ_2 + \dots + HQ_n \quad (7)$$

где n – число веществ;

CR_{1...n}, HQ_{1...n} – коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

Обычно в практике расчета рисков определяют индивидуальный и популяционный риски для здоровья населения:

- **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 $1 \cdot 10^{-3}$). Обычно рассчитывается на период «в течение жизни».

- **Популяционный риск** – риск токсических эффектов у экспонированной группы населения (обычно рассчитывается на 1 год).

Оценка неканцерогенного риска проводится суммарно, а также по отдельным критическим органам и системам (табл. 3), например:

Таблица 3

Пример расчета рисков по отдельным органам (системам)

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 табл. 3, 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.

Шкала оценки рисков. При оценке индивидуального риска для здоровья ориентируются на систему *критериев приемлемости (безопасности)*. Они различны для показателей канцерогенного и неканцерогенного рисков.

Канцерогенный риск (CR):

1. Первый диапазон риска (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или меньший $1 \cdot 10^{-6}$, 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. Подобные риски не требуют никаких дополнительных мероприятий (**риск допустимый; не вызывающий беспокойства**).

2. 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. Данные уровни подлежат постоянному контролю (**риск, вызывающий беспокойство**).

3. 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. Требуется разработки и проведения плановых оздоровительных мероприятий (**опасный риск**).

4. Четвертый диапазон (индивидуальный риск в течение всей жизни, равный или более $1 * 10^{-3}$) неприемлем ни для населения, ни для профессиональных групп. Требуется экстренной профилактики (**чрезвычайно опасный, недопустимый риск**).

Неканцерогенный риск (NQ) количественно оценивается на основе расчета коэффициента опасности:

1. Если величина риска $NQ < 0,8$, то неканцерогенный риск считается **допустимым** ($< 0,5$ = целевой риск), не вызывающим беспокойства.

2. Если величина риска NQ от 0,8 до 1,0 - риск **предельно допустимый**, вызывающий беспокойство.

3. Если $NQ > 1$ – **опасный риск**.

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. 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.

С целью снижения уровней риска могут использоваться следующие подходы: снижение числа и мощности воздействия источников опасности; повышение эффективности очистки выбросов загрязняющих веществ; уменьшение числа экспонированных лиц; снижение вероятности аварийных ситуаций.

Основные источники информации и характеристики при оценке риска здоровью, обусловленного воздействием химических загрязнителей атмосферного воздуха, приведены в табл. 4.

Таблица 4

Основные источники информации и характеристики при оценке риска здоровью, обусловленного воздействием химических загрязнителей атмосферного воздуха

Этапы оценки риска	Основные источники информации	Основные характеристики
1. Идентификация опасности	Проект ПДВ, результаты расчета приземных концентраций (составная часть проекта ПДВ), либо данные лабораторных исследований о концентрациях загрязняющих веществ в приземном слое воздуха	Объем выбросов, перечень загрязняющих веществ, их концентрации в приземном слое воздуха (расчетные или инструментальные данные)
2. Оценка зависимости «доза-ответ»	Справочные данные литературы, нормативные документы (Санитарные нормы и правила, гигиенические нормативы, нормативы других стран)	Сведения о вредных эффектах, нормативные (безопасные уровни воздействия: ПДК, RfC, RfD), пропорции роста риска на единицу дозы вещества (SFi, SFo)
3. Оценка экспозиции	Установление пути поступления загрязняющего вещества в организм, времени воздействия, численности населения, подвергающегося воздействию	Путь поступления, время воздействия, среднесуточная доза поступления в организм (ADD)
4. Характеристика риска для здоровья населения	Результаты 1-3 этапа	Расчет индивидуального канцерогенного риска (CR), коэффициентов и индексов опасности (HQ, HI), характеризующих неканцерогенный риск, сравнение их с приемлемыми (безопасными) уровнями риска

2. ПРИМЕРЫ РАСЧЕТА РИСКОВ ВСЛЕДСТВИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА И ПИТЬЕВОЙ ВОДЫ (ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ)

2.1. Оценка канцерогенного риска от присутствия бенз(а)пирена в атмосферном воздухе

Цель занятия: освоить алгоритм расчета канцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного присутствием токсиканта в атмосферном воздухе.

Оснащение занятия

- Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143с. (электронный документ)
- Программный продукт Microsoft Office Excel.

Постановка задачи

Ситуационная информация: приведены среднесуточные концентрации бенз(а)пирена в атмосферном воздухе и воздухе внутри помещений по районам промышленно-развитого города. Фактор потенциала (SF_1) составляет $3,9 \text{ (мг/(кг*сутки))}^{-1}$.

Порядок выполнения задания

Рассчитать путем программирования формул в MS Excel: 1) среднесуточную дозу загрязнителя (**ADD**), 2) индивидуальный канцерогенный риск в течение жизни (**CR**), 3) годовой популяционный канцерогенный риск в каждом районе и по городу в целом (**PCR**). Сделать вывод о том, какое дополнительное число случаев рака в год провоцирует у населения города присутствие бенз(а)пирена в атмосферном воздухе. *Условие:* все параметры отнесены ко взрослому населению.

Ход выполнения задания.

1. Составление таблицы входных данных, включая необходимые для расчета ADD параметры: C_a , C_h , T_{out} , T_{in} , V_{out} , V_{in} , EF , ED , BW , AT (табл. 5).

Таблица 5

Концентрация бенз(а)пирена в атмосферном воздухе города

Районы	Численность населения	Концентрация, мг/м ³	
		в атмосферном воздухе вне помещений (Ca)	в воздухе жилых помещений (Ch)
Железнодорожный	122200	0,000352	0,000065
Левобережный	184250	0,000432	0,000092
Коминтерновский	235900	0,000978	0,000086
Ленинский	124750	0,000312	0,000019
Советский	189600	0,000457	0,000023
Центральный	87950	0,000098	0,000014

2. Программирование формул и расчет CR, PCR, а также суммы случаев рака в год (табл. 6).

Таблица 6

Результаты расчетов индексов канцерогенного риска^{*)}

Район	Численность населения	SF_1	ADD мг/(кг* день)	CR (вероятность)	PCR (число случаев рака в год)
Железнодорожный	122200	3,9	2,699E-05	1,05E-04	0,18
Левобережный	184250	3,9	3,385E-05	1,32E-04	0,35
Коминтерновский	235900	3,9	6,94E-05	2,71E-04	0,91
Ленинский	124750	3,9	2,164E-05	8,44E-05	0,15
Советский	189600	3,9	3,141E-05	1,23E-04	0,33
Центральный	87950	3,9	7,272E-06	2,84E-05	0,04
Итого по городу					1,96

*) 2,699E-05 – научный формат данных, используемый в электронных таблицах MS EXCEL, что равнозначно $2,699 \cdot 10^{-5}$.

Результат (вывод): канцерогенный риск в Железнодорожном, Левобережном, Коминтерновском и Советском районах – приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом (опасный), что требует проведения плановых оздоровительных мероприятий на территории районов. Максимальный риск – вблизи автомагистралей Коминтерновского района. Канцерогенный риск в Ленинском и Центральном районах соответствует предельно

допустимому риску (не вызывает беспокойства), но требует постоянного контроля. Присутствие бенз(а)пирена в атмосферном воздухе города в целом провоцирует появление среди населения около 2 дополнительных случаев рака в год.

2.2. Оценка неканцерогенного риска, связанного с загрязнением атмосферного воздуха промышленного города

Цель занятия: освоить алгоритм расчета неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного присутствием в атмосферном воздухе загрязняющих веществ.

Оснащение занятия

- Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143с. (электронный документ)
- Программный продукт Microsoft Office Excel.

Постановка задачи

Ситуационная информация: приведены среднесуточные концентрации (C_a) для 6 загрязняющих веществ в атмосферном воздухе по районам промышленно-развитого города. Прилагаются справочные данные из «Руководства по оценке риска..» (2004): референтные концентрации для хронического ингаляционного воздействия и предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в воздухе населенных мест.

Порядок выполнения задания

Рассчитать путем программирования формул в EXCEL:
1) индивидуальный неканцерогенный риск в течение жизни (**HQ**),
3) годовой популяционный неканцерогенный риск в каждом районе и по городу в целом (**RHQ**). Сделать вывод о том, в каком районе города неканцерогенный риск максимальный и за счет каких загрязняющих веществ он формируется.

Ход выполнения задания.

1. Составление таблицы входных данных, определение по справочникам RfC и $ПДК_{cc}$.
2. Программирование формул и расчет HQ, RHQ (табл. 7).

Углерод оксид	Сера оксид	Азот (II) оксид	Формальдегид	Свинец	Метанол
4	3	3	2	1	3

Исходные данные: загрязняющие вещества и их классы опасности:

Таблица 7

Оценка неканцерогенного риска, связанного с загрязнением атмосферы

(данные: *a* – фактические, *б* – справочные, *в* – расчетные)

<i>a</i>	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>в</i>	<i>в</i>
Район и население (N)	Вещество	RfC	ПДКсс	Ca (мг/м3)	HQ	PHQ (годовой)
Железнодорожный N=122200	углерод оксид	3,0000	3,0000	2,6500	0,88	1542,0
	сера диоксид	0,0500	0,0500	0,0521	1,04	1819,0
	азот (II) оксид	0,0600	0,0600	0,0560	0,93	1629,3
	формальдегид	0,0030	0,0030	0,0028	0,93	1629,3
	свинец	0,0005	0,0003	0,0002	0,40	698,3
	метанол	4,0000	0,5000	0,4560	0,11	199,0
ИТОГО (HI)					4,31	7517,0
Левобережный N=184250	углерод оксид	3,0000	3,0000	3,8970	1,30	3419,2
	сера диоксид	0,0500	0,0500	0,0641	1,28	3374,4
	азот (II) оксид	0,0600	0,0600	0,0090	0,15	394,8
	формальдегид	0,0030	0,0030	0,0054	1,80	4737,9
	свинец	0,0005	0,0003	0,0002	0,40	1052,9
	метанол	4,0000	0,5000	0,0850	0,02	55,9
ИТОГО (HI)					4,95	13035,0
Коминтерновский N=235900	углерод оксид	3,0000	3,0000	2,7159	0,91	3050,9
	сера диоксид	0,0500	0,0500	0,0487	0,97	3282,4
	азот (II) оксид	0,0600	0,0600	0,0352	0,59	1977,1
	формальдегид	0,0030	0,0030	0,0012	0,40	1348,0
	свинец	0,0005	0,0003	0,0004	0,80	2696,0
	метанол	4,0000	0,5000	0,2900	0,07	244,3
ИТОГО (HI)					3,74	12598,6
Ленинский N=124750	углерод оксид	3,0000	3,0000	1,6790	0,56	997,4
	сера диоксид	0,0500	0,0500	0,0067	0,13	238,8
	азот (II) оксид	0,0600	0,0600	0,0348	0,58	1033,6
	формальдегид	0,0030	0,0030	0,0008	0,27	475,2
	свинец	0,0005	0,0003	0,0001	0,20	356,4
	метанол	4,0000	0,5000	0,4700	0,12	209,4
ИТОГО (HI)					1,86	3310,9
Советский N=189600	углерод оксид	3,0000	3,0000	1,5600	0,52	1408,5
	сера диоксид	0,0500	0,0500	0,0089	0,18	482,1
	азот (II) оксид	0,0600	0,0600	0,0289	0,48	1304,6
	формальдегид	0,0030	0,0030	0,0021	0,70	1896,0

<i>а</i>	<i>а</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>а</i>	<i>в</i>	<i>в</i>
Район и население (N)	Вещество	RfC	ПДКсс	Ca (мг/м3)	HQ	RHQ (годовой)
	свинец	0,0005	0,0003	0,0002	0,40	1083,4
	метанол	4,0000	0,5000	0,1340	0,03	90,7
ИТОГО (HI)					2,31	6265,4
Центральный N=87950	углерод оксид	3,0000	3,0000	2,8900	0,96	1210,4
	сера диоксид	0,0500	0,0500	0,0073	0,15	183,4
	азот (II) оксид	0,0600	0,0600	0,0303	0,51	634,5
	формальдегид	0,0030	0,0030	0,0032	1,07	1340,2
	свинец	0,0005	0,0003	0,0002	0,40	502,6
	метанол	4,0000	0,5000	0,3700	0,09	116,2
ИТОГО (HI)					3,17	3987,3
ИТОГО (HI) по городу						46714,3

Результат (вывод): наибольший неканцерогенный риск по исследуемым ингредиентам наблюдается в Левобережном районе, а наименьший – в Ленинском. Приоритетные загрязняющие вещества, создающие максимальный риск (выше допустимого уровня) по районам города: Железнодорожный район – сера диоксид; Левобережный район – углерод оксид, сера диоксид, формальдегид; Центральный район – формальдегид.

Загрязнение воздуха в целом способствует проявлению около 46714 токсических синдромов и неканцерогенных заболеваний среди населения города ежегодно.

2.3. Оценка канцерогенного риска, обусловленного качеством питьевой воды

Цель занятия: освоить алгоритм расчета канцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного присутствием в загрязняющих веществ в питьевой воде.

Оснащение занятия

- Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с. (электронный документ).
- Программный продукт Microsoft Office Excel.

Постановка задачи

Ситуационная информация: приведены среднесуточные концентрации трех канцерогенных веществ в питьевой воде - (а) тетрахлоэтилен, б) хлороформ, в) гексахлорэтан - по районам промышленно-развитого города. Факторы канцерогенного потенциала (SF_0) составляют соответственно а) 0,052; б) 0,0061 и в) 0,014 мг/(кг*день).

Порядок выполнения задания

Рассчитать путем программирования формул в MS EXCEL: 1) среднесуточную дозу загрязнителя (**ADD**), 2) индивидуальный канцерогенный риск в течение жизни (**CR**), 3) годовой популяционный канцерогенный риск в каждом районе и по городу в целом (**PCR**). Сделать вывод о том, какое дополнительное число случаев рака в год провоцирует у населения города присутствие указанных канцерогенов в питьевой воде. *Условие:* все параметры отнесены к взрослому населению.

Ход выполнения задания.

1. Составление таблицы входных данных, включая необходимые для расчета ADD параметры: C_w , V , EF , ED , BW , AT (табл. 8).

2. Программирование формул и расчет CR, PCR, а также суммы случаев рака в год (табл. 9).

Таблица 8

Концентрации загрязняющих веществ в питьевой воде города

Районы	Численность населения	Концентрация (C_w), мг/л		
		тетрахлор-этилен	хлороформ	гексахлор-этан
1	2	3	4	5
Железнодорожный	122200	0,574	0,095	0,008
Левобережный	184250	0,342	0,012	0,176
Коминтерновский	235900	0,107	0,048	0,654
Ленинский	124750	0,674	0,261	0,008
Советский	189600	0,129	0,076	0,178
Центральный	87950	0,087	0,532	0,342

Таблица 9

Результаты расчетов индексов канцерогенного риска^{*)}

Район и население	Вещества	SF_0	ADD мг/(кг* день)	CR (вероят- ность)	PCR (число случаев рака в год)
Железнодорожный 122200	тетрахлорэтилен	0,052	0,00674	3,50E-04	0,6118
	хлороформ	0,0061	0,001115	6,80E-06	0,0119
	гексахлорэтан	0,014	9,39E-05	1,32E-06	0,0023
Левобережный 184250	тетрахлорэтилен	0,052	0,004016	2,09E-04	0,5496
	хлороформ	0,0061	0,000141	8,59E-07	0,0023
	гексахлорэтан	0,014	0,002067	2,89E-05	0,0762
Коминтерновский 235900	тетрахлорэтилен	0,052	0,001256	6,53E-05	0,2202
	хлороформ	0,0061	0,000564	3,44E-06	0,0116
	гексахлорэтан	0,014	0,007679	1,08E-04	0,3623
Ленинский 124750	тетрахлорэтилен	0,052	0,007914	4,12E-04	0,7334
	хлороформ	0,0061	0,003065	1,87E-05	0,0333
	гексахлорэтан	0,014	9,39E-05	1,32E-06	0,0023
Советский 189600	тетрахлорэтилен	0,052	0,001515	7,88E-05	0,2133
	хлороформ	0,0061	0,000892	5,44E-06	0,0147
	гексахлорэтан	0,014	0,00209	2,93E-05	0,0793
Центральный 87950	тетрахлорэтилен	0,052	0,001022	5,31E-05	0,0667
	хлороформ	0,0061	0,006247	3,81E-05	0,0479
	гексахлорэтан	0,014	0,004016	5,62E-05	0,0706
Итого по городу					3,11

*) 9,39E-05 – экспоненциальный формат данных, используемый в электронных таблицах MS EXCEL, что равнозначно $9,39 \cdot 10^{-5}$.

Результат (вывод): канцерогенный риск по тетрахлорэтилену в Железнодорожном, Левобережном и Ленинском районах, а также по гексахлорэтану в Коминтерновском районах – приемлем для профессиональных групп и неприемлем для населения в целом (опасный), что требует проведения доочистки воды разводящей сети на территории районов. По другим показателям качество воды в целом не вызывает беспокойства. Присутствие канцерогенов в питьевой воде провоцирует появление среди населения города около 3 дополнительных случаев рака в год.

2.4. Оценка неканцерогенного риска, обусловленного качеством питьевой воды

Цель занятия: освоить алгоритм расчета неканцерогенного риска для здоровья населения, обусловленного качеством питьевой воды.

Оснащение занятия

- Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с. (электронный документ).
- Программный продукт Microsoft Office Excel.

Постановка задачи

Ситуационная информация: приведены среднесуточные концентрации (C_w) для 3 загрязняющих веществ в питьевой воде по районам промышленно-развитого города (железо, марганец, нитраты). Прилагаются справочные данные из «Руководства по оценке риска..» (2004): референтные дозы при хроническом пероральном поступлении и предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в питьевой воде.

Порядок выполнения задания

Рассчитать путем программирования формул в MS EXCEL:
1) индивидуальный неканцерогенный риск в течение жизни (**HQ**),
3) годовой популяционный неканцерогенный риск в каждом районе и по городу в целом (**PHQ**). Сделать вывод о том, в каком районе города неканцерогенный риск максимальный и за счет каких загрязняющих веществ он создается.

Ход выполнения задания.

1. Составление таблицы входных данных, определение по справочникам RfD и ПДК.
2. Программирование формул и расчет ADD, HQ, PHQ (табл. 10).

Таблица 10

Оценка неканцерогенного риска, связанного с качеством
питьевой воды

(данные: *a* – фактические, *б* – справочные, *в* – расчетные)

<i>a</i>	<i>a</i>	<i>б</i>	<i>б</i>	<i>a</i>	<i>в</i>	<i>в</i>	<i>в</i>
Район и население (N)	Вещество	RfD	ПДК	C _w (мг/л)	ADD	HQ	PHQ (годовой)
Железнодорожный N=122200	железо	0,3	0,3	1,23	0,034	0,112	196,1
	марганец	0,14	0,1	0,34	0,009	0,067	116,2
	нитраты	1,6	45	17,6	0,482	0,301	526,1
ИТОГО (HI)						0,480	838,4
Левобережный N=184250	железо	0,3	0,3	1,54	0,042	0,141	370,2
	марганец	0,14	0,1	0,76	0,021	0,149	391,5
	нитраты	1,6	45	12,4	0,340	0,212	558,9
ИТОГО (HI)						0,502	1320,5
Коминтерновский N=235900	железо	0,3	0,3	2,45	0,067	0,224	754,0
	марганец	0,14	0,1	0,98	0,027	0,192	646,3
	нитраты	1,6	45	24,6	0,674	0,421	1419,6
ИТОГО (HI)						0,837	2819,9
Ленинский N=124750	железо	0,3	0,3	7,78	0,213	0,711	1266,2
	марганец	0,14	0,1	2,32	0,064	0,454	809,1
	нитраты	1,6	45	18,9	0,518	0,324	576,8
ИТОГО (HI)						1,488	2652,1
Советский N=189600	железо	0,3	0,3	0,98	0,027	0,089	242,4
	марганец	0,14	0,1	4,18	0,115	0,818	2215,6
	нитраты	1,6	45	10,4	0,285	0,178	482,3
ИТОГО (HI)						1,086	2940,4
Центральный N=87950	железо	0,3	0,3	5,76	0,158	0,526	660,9
	марганец	0,14	0,1	1,05	0,029	0,205	258,2
	нитраты	1,6	45	29,5	0,808	0,505	634,7
ИТОГО (HI)						1,237	1553,8
ИТОГО (HI) по городу							12125,0

Результат (вывод): По отдельным загрязняющим веществам риск не превышает допустимого порога, однако, суммарный риск в трех из шести районов города превышает 1, что свидетельствует о потенциальной опасности употребления питьевой воды без специальной очистки.

Наибольший суммарный неканцерогенный риск по исследуемым ингредиентам наблюдается в Ленинском и Центральном районах, а наименьший – в Левобережном и Железнодорожном. Максимальный риск создается за счет

присутствия в питьевой воде железа и нитратов в Центральном и Ленинском районах, марганца – в Советском и Ленинском районах.

Присутствие загрязняющих веществ в питьевой воде провоцирует около 12125 случаев токсических синдромов и неканцерогенных заболеваний среди населения города ежегодно.

3. СОСТАВЛЕНИЕ ТИПОВОГО ПРОЕКТА ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

3.1. Методология и схема расчета рисков

Методы оценки риска для здоровья населения, связанного с воздействием химических веществ, всё шире применяются в природоохранной практике для обоснования размеров санитарно-защитных зон промышленно-транспортных объектов.

По своему функциональному назначению санитарно-защитная зона является защитным барьером, обеспечивающим уровень безопасности населения при эксплуатации объекта в штатном режиме. В соответствии с санитарной классификацией промышленных объектов и производств устанавливаются следующие ориентировочные размеры санитарно-защитных зон:

- промышленные объекты и производства первого класса - 1000 м;
- промышленные объекты и производства второго класса - 500 м;
- промышленные объекты и производства третьего класса - 300 м;
- промышленные объекты и производства четвертого класса - 100 м;
- промышленные объекты и производства пятого класса - 50 м.

Санитарная классификация промышленных объектов и производств приведена в разделе 7 СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03. С 1.03.2008 г. новая редакция СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» (п. 4.2) закрепляет, что «...установление, изменение размеров установленных санитарно-защитных зон для промышленных объектов и производств I и II класса опасности осуществляется ... на основе оценки риска здоровью населения». При этом расчетные параметры должны быть подтверждены результатами натурных исследований атмосферного воздуха (п. 3.14).

Кроме того, при принятии решения о возможности сокращения санитарно-защитной зоны промышленного объекта по сравнению с нормативной величиной практикуются расчеты рисков для обоснования того, что выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух при сокращении санитарно-защитной зоны не создадут угрозы для здоровья и жизни населения, а риск для здоровья будет иметь приемлемый (допустимый) уровень.

В этой связи, начиная с 2004 г., в практику экологического проектирования введен новый тип проектов – **«Проект оценки риска для здоровья населения»**. Проект оценки риска для здоровья населения служит одним из важных оснований возможности сокращения нормативной санитарно-защитной зоны, а для промышленных объектов I – II классов опасности, становится обязательной процедурой и одной из главных превентивных мер по обеспечению экологической безопасности.

Цель занятия: освоить подготовку проекта оценки риска для здоровья населения на примере строящейся блочно-модульной котельной.

Оснащение занятия

- Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с. (электронный документ).
- Программный продукт Microsoft Office Excel.

Постановка задачи

Ситуационная информация: строительство котельной внутри жилого квартала (взамен двух подвальных котельных, работавших на мазутном топливе). Работа котлоагрегатов предусматривается на природном газе, что снизит количество и объем веществ, поступающих в атмосферный воздух.

Общая теплопроизводительность котельной – 1 Гкал/час. Ближайший жилой дом расположен на расстоянии 30 м в восточном направлении. Оценка риска здоровью населения от

проектируемой котельной проводится для обоснования размера санитарно-защитной зоны (СЗЗ) (рис. 2.).

Приведен перечень загрязняющих веществ, содержащихся в выбросах блочно-модульной котельной и оказывающих воздействие на критические органы и системы. Даны их расчетные среднесуточные концентрации (C_a) в приземном слое атмосферного воздуха в 8 контрольных точках на границе жилой застройки (на расстоянии 30 м).

Для выполнения расчетов требуется персональный компьютер (программная среда MS EXCEL), справочники веществ из руководства по оценке риска [10] с табличными приложениями SF, RfC.

Порядок выполнения задания

1. Получить исходные данные у преподавателя (табл. 11).
2. Определить справочные данные по «Руководству по оценке риска...» (2004) [10]: вещества, обладающие канцерогенным эффектом (найти по «Справочнику» величину SF_i); референтные концентрации по каждому веществу (найти по «Справочнику» величины RfC); критические органы и системы (найти по «Справочнику» для веществ неканцерогенного действия). Справочные данные приведены в **Приложении**.
3. Рассчитать риски (путем программирования формул в MS EXCEL): среднесуточную дозу (ADD) и индивидуальный канцерогенный риск (CR) от воздействия канцерогенных веществ; коэффициенты опасности (HQ) каждого из веществ; индексы опасности (HI), характеризующие неканцерогенный риск при однонаправленном воздействии веществ (на критические органы и системы); суммарные риски (CI, HI) в зависимости от конкретных ситуаций (если выявляется несколько канцерогенов или веществ, обладающих неканцерогенным эффектом). *Условия*: все параметры отнесены к взрослому населению; концентрации загрязнителей в атмосферном воздухе и помещении принять одинаковыми (табл. 11).
4. Сделать вывод о возможности установления СЗЗ в 30 м.

Этап 1: Составление таблицы исходных данных

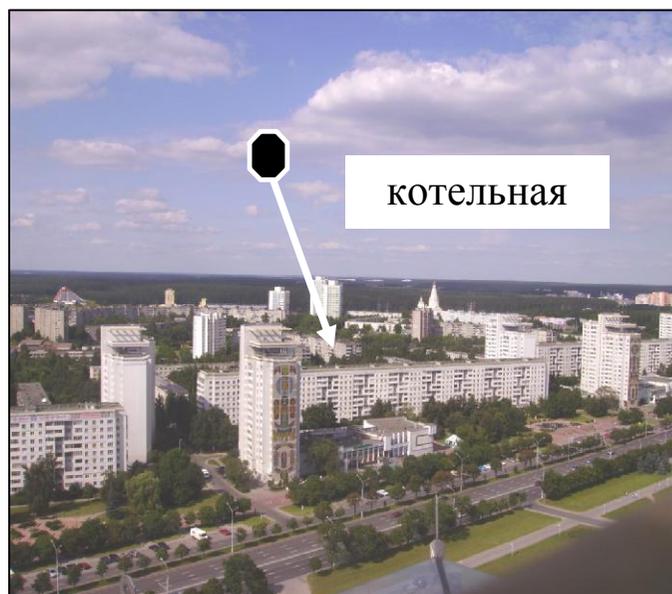


Рис. 2. Схема /условный план/ расположения объекта

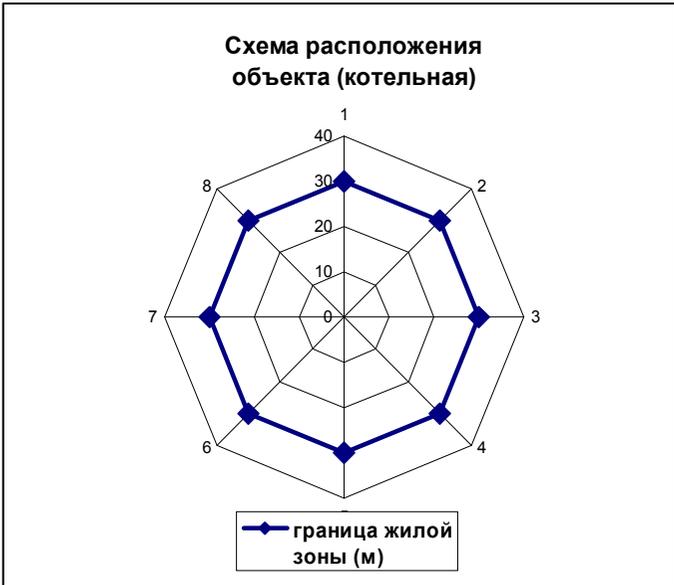


Таблица 11

Расчетные среднесуточные концентрации загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух, Са, мг/м³

Наименования веществ	Контрольные точки (по румбам розы ветров)							
	1	2	3	4	5	6	7	8
Азот (IV) оксид (азота диоксид)	0,00178	0,00204	0,00153	0,00204	0,00076	0,00512	0,00698	0,00306
Азот (II) оксид (азота оксид)	0,0021	0,0021	0,0022	0,0004	0,0006	0,0036	0,0039	0,0031
Углерод оксид	0,011	0,014	0,008	0,002	0,009	0,028	0,037	0,014
Бенз(а)пирен	0,0000004	0,0000006	0,0000007	0,0000002	0,0000005	0,0000008	0,0000005	0,0000004

Этапы: 2, 3 - а. Справочные величины и расчет канцерогенного риска (таблица 12-а)

Наименование вещества	SFi	Уровни канцерогенного риска (CR) в контрольных точках							
		1	2	3	4	5	6	7	8
бенз(а)пирен	3,9	1,95E-07	2,92E-07	3,41E-07	9,74E-08	2,44E-07	3,90E-07	2,44E-07	1,95E-07
Сумма рисков (CI)		1,95E-07	2,92E-07	3,41E-07	9,74E-08	2,44E-07	3,90E-07	2,44E-07	1,95E-07

Этапы: 2, 3 - б. Справочные величины и расчет неканцерогенного риска (таблица 12-б)

Наименования веществ	RfC	Параметры	Коэффициенты (HQ), индексы (HI) опасности							
			1	2	3	4	5	6	7	8
Азот (IV) оксид	0,04	HQ	0,045	0,051	0,038	0,051	0,019	0,128	0,175	0,077
Азот (II) оксид	0,06	HQ	0,035	0,035	0,037	0,007	0,010	0,060	0,065	0,052
Углерод оксид	3,00	HQ	0,004	0,005	0,003	0,001	0,003	0,009	0,012	0,005
Бенз(а)пирен	1*10 ⁻⁶	HQ	0,400	0,600	0,700	0,200	0,500	0,800	0,500	0,400
Сумма коэфф. опасности (HI)			0,483	0,691	0,778	0,258	0,532	0,997	0,752	0,533
HI (при хроническом воздействии на органы дыхания)			0,080	0,086	0,075	0,058	0,029	0,188	0,240	0,128
HI (при хроническом воздействии на кровь)			0,083	0,091	0,078	0,058	0,032	0,197	0,252	0,133

Примечание: при описании расчетов канцерогенного риска, который, как правило, принимает значения, значительно меньше 1, часто используют экспоненциальный формат записи числа (индекса риска), применяемый в MS EXCEL. Например, величина $CR = 0,0000567$ (обычный числовой формат) в экспоненциальном формате $CR = 5,67E-05$ или $CR = 5,67 \cdot 10^{-5}$, что в содержательном плане означает вероятность заболевания раком примерно 6 человек из 100 тыс. населения.

4. Результат (вывод):

Канцерогенный риск для здоровья населения от воздействия бенз(а)пирена, присутствующего в выбросах от котельной, составляет от $9,74 \cdot 10^{-8}$ до $3,90 \cdot 10^{-7}$, т.е. приблизительно 1-4 случаев онкологических заболеваний на 10 млн. населения в течение средней продолжительности жизни, что по критериям приемлемости ниже величины целевого риска, принятого для условий населенных мест в России (10^{-5} — 10^{-6}) и не вызывает беспокойства.

Неканцерогенный риск для здоровья населения от воздействия оксида азота, диоксида азота, оксида углерода, бенз(а)пирена, содержащихся в выбросах от котельной, не превышает 1, что характеризуется как допустимое воздействие на здоровье.

В точке №6 суммарный неканцерогенный риск достигает величины, близкой к 1, т.е. величины предельно допустимого риска, вызывающего беспокойство. Однако, при однонаправленном хроническом ингаляционном воздействии на критические органы и системы (органы дыхания, кровь) индексы опасности значительно ниже 1, т.е. не вызывают беспокойства.

Таким образом, по результатам оценки риска для здоровья населения, связанного с присутствием в атмосфере загрязняющих веществ, выбрасываемых от котельной, установлено: неблагоприятное воздействие на здоровье населения, проживающего в 30-м зоне воздействия котельной, характеризуется как допустимое; возможно установление санитарно-защитной зоны строящейся котельной в 30 м.

Результаты данной практической работы использованы при составлении типового проекта оценки риска для здоровья населения.

3.2. Состав и содержание типового проекта оценки риска для здоровья населения

Структура типового проекта по оценке риска здоровью населения, обусловленного воздействием химических загрязнителей окружающей среды, включает следующие разделы:

Введение (где приводятся основные нормативные документы в соответствии с которыми выполнен проект, цель и решаемые задачи проекта).

1. Идентификация опасности.
2. Оценка зависимости «доза-ответ».
3. Оценка экспозиции.
4. Характеристика риска для здоровья населения.

Выводы (где приводятся основные результаты оценки риска и даются рекомендации по его снижению).

Приложения (дополнительные материалы при необходимости).

На титульном листе проекта указываются реквизиты организации исполнителя, наименование проекта, год выполнения, а также обязательно дается информация об аттестате аккредитации органа по оценке риска организации, выполняющей проект.

Форма титульного листа представлена на рис. 3.

В настоящее время аккредитация организаций в области выполнения проектов по оценке риска осуществляется Федеральным бюджетным учреждением здравоохранения «Федеральный центр гигиены и эпидемиологии» Роспотребнадзора (г. Москва).

В данном разделе рассмотрен пример типового проекта по оценке риска здоровью населения, обусловленного воздействием выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от блочно-модульной котельной, расположенной в жилом квартале города.

Некоторые составляющие проекта упрощены с целью улучшения восприятия его структуры для учебных задач. Это касается количества учитываемых загрязняющих веществ, которых в реальной ситуации может быть значительно больше (в примере - 4 вещества); детального рассмотрения неблагоприятного воздействия выбросов загрязняющих веществ на отдельные популяционные группы - детей, подростков, взрослых (в примере риск оценен для взрослого населения) и некоторых других технических деталей проекта.

НАИМЕНОВАНИЕ МИНИСТЕРСТВА РФ
НАИМЕНОВАНИЕ УЧРЕЖДЕНИЯ, ВЫПОЛНЯЮЩЕГО ПРОЕКТ
АККРЕДИТОВАННЫЙ ОРГАН ПО ОЦЕНКЕ РИСКА

Юридический адрес почтовый индекс, город, улица, дом.

Телефон, факс

**АТТЕСТАТ аккредитации
органа по оценке риска
№.###.###**
Зарегистрирован в Реестре
Системы
(число, месяц, год)

УТВЕРЖДАЮ
Руководитель
аккредитованного органа
по оценке риска
«_____» _____ 20__ г.

**ОЦЕНКА РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ
ОТ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО
ВОЗДУХА БЛОЧНО-МОДУЛЬНОЙ КОТЕЛЬНОЙ
ПО УЛ. N ГОРОДА N**

ГОРОД N
20__ г.

Рис. 3. Образец титульного листа проекта по оценке риска

Введение

Оценка риска здоровью населения от источников загрязнения атмосферного воздуха блочно-модульной котельной по ул. N, населенного пункта N, выполнена в соответствии с нормативными и правовыми документами:

- Федеральный закон «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999, №52-ФЗ.
- Федеральный закон «О техническом регулировании» от 27.12.2002, №184-ФЗ.
- Постановление Правительства Российской Федерации от 15.02.2006, №60 «Об утверждении Положения о проведении социально-гигиенического мониторинга»;
- Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации №25 от 10.11.1997 и Главного государственного инспектора Российской Федерации по охране природы №03-19/24-3483 от 10.11.1997 «Об использовании методологии оценки риска для управления качеством окружающей среды и здоровья населения в Российской Федерации»;
- ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» с последующими дополнениями и изменениями;
- ГН 2.1.6.1339-03 «Ориентировочные безопасные уровни воздействия (ОБУВ) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» с последующими дополнениями и изменениями;
- СанПиН 1.2.2353-08 «Канцерогенные факторы и основные требования к профилактике канцерогенной опасности»;
- ОНД-86. Методика расчета концентрации в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий. Л., Гидрометеиздат, 1987.
- ОНД-90 Руководство по контролю источников загрязнения атмосферы. С-Пб., 1992.
- Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 — 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004.
- СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных

объектов» (в ред. Изменения №1, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 10.04.2008 №25, Изменения №2, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 06.10.2009 №61, Изменений и дополнений №3, утв. Постановлением Главного государственного санитарного врача РФ от 09.09.2010 №122).

Целью проекта явилась оценка риска здоровью населения от загрязнения атмосферного воздуха выбросами блочно-модульной котельной по ул. N населенного пункта N для обоснования размера санитарно-защитной зоны.

В качестве методической основы использовалась методология оценки риска в соответствии с «Руководством по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» Р.2.1.10.1920-04, утвержденным главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 5 марта 2004 года.

Основными этапами данной работы явились:

- идентификация опасности, предусматривающая выявление всех потенциальных источников загрязнения атмосферного воздуха, а также отбор приоритетных факторов, подлежащих углубленному исследованию в процессе оценки риска;
- оценка зависимости «доза-ответ» для определения количественной характеристики связей между концентрацией, экспозицией изучаемого вещества и вызываемыми им вредными воздействиями;
- оценка экспозиции, предусматривающая характеристику уровней, продолжительность, частоту и пути воздействия исследуемых загрязнителей, а также определение потенциально экспонированного населения (т.е. населения, подвергающегося воздействию оцениваемых факторов);
- характеристика риска, предусматривающая установление источников возникновения и степени выраженности рисков для здоровья населения с целью последующего использования на стадии управления риском.

Данные результаты оценки риска здоровью населения могут быть использованы с целью:

- обоснования приоритетных мероприятий в планах действий по охране окружающей среды и оценки их эффективности;
- организации санитарно-защитных зон.

Раздел 1. Идентификация опасности

На этапе идентификации опасности оценки риска здоровью населения определены загрязняющие вещества с обоснованием их приоритетности с целью дальнейшей оценки их воздействия на здоровье населения.

Блочно-модульная котельная расположена по ул. N населенного пункта N.

Котельная ситуационно расположена во дворе жилых домов, ограниченных ул. А, В, С. Ближайшая жилая застройка – 2-х этажный жилой дом - находится на расстоянии 30 метров в восточном направлении от проектируемого объекта.

Блочно-модульная котельная типа БМК–30 с 3-мя котлами КВ-ГМ 1,0-115Н и 3-мя дымовыми трубами по ул. N строится взамен двух ликвидируемых подвальных котельных, работавших на мазутном топливе, согласно постановлению Администрации города №001 «О реконструкции встроенных подвальных котельных, отапливающих жилой фонд».

Оценка риска для двух ликвидируемых подвальных котельных, работавших на мазуте показала, что в атмосферный воздух согласно проекта ПДВ поступало 7 ингредиентов: азота диоксид, азота оксид, диоксид серы, оксид углерода, сажа, бенз(а)пирен, мазутная зола (в пересчете на ванадий).

Было установлено, что показатели канцерогенного и неканцерогенного рисков выше приемлемого уровня.

В соответствии с п. 7.1.10. «Производство электрической и тепловой энергии» СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200–03 «Санитарно-защитные зоны и санитарная классификация предприятий, сооружений и иных объектов» для котельных тепловой мощностью менее 200 Гкал, работающих на твердом, жидком и газообразном топливе, размер санитарно-защитной зоны устанавливается в каждом конкретном случае на основании расчетов рассеивания загрязнений атмосферного воздуха и физического воздействия на атмосферный воздух (шум, вибрация, ЭМП и др.), а также на основании результатов натурных исследований и измерений.

Общая теплопроизводительность котлов проектируемой котельной составит 1,0 Гкал/час. Режим работы котельной - круглосуточный, круглогодичный; 196 сут/год – отопление, 350 сут/год – горячее водоснабжение.

Работа котлоагрегатов предусматривается на природном газе, что снизит количество и объем загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух.

Расход газа на максимально-зимнем режиме составляет 784,0 м³/час (для трех котлов), годовой расход газа – 896 тыс. м³ (в пересчете на нормальные условия).

Выброс продуктов сгорания природного газа осуществляется через три металлических дымовых трубы высотой 31 м и внутренним диаметром 350 мм (источники №№0001-0003).

В результате процесса горения природного газа в котельной в атмосферный воздух поступает 4 загрязняющих вещества, которые включены в проект предельно-допустимых выбросов (ПДВ): азота диоксид, азота оксид, углерода оксид, бенз(а)пирен общим объемом 0,5443541 тонн/год – летом и 3,7649256 тонн/год – зимой (табл. 13).

Таблица 13

Перечень загрязняющих веществ блочно-модульной котельной по ул. N населенного пункта N

№№ п/п	Код	Наименование вещества	CAS	Класс опасности	Выброс вещества, т/год (лето)	Удельный вес (%)	Выброс вещества, т/год (зима)	Удельный вес (%)
1	337	углерода оксид	630-08-0	4	0,4009600	73,6	2,8067160	74,5
2	301	азота (IV) оксид (азота диоксид)	10102-44-0	3	0,1233500	22,6	0,8242650	21,9
3	304	азота (II) оксид (азота оксид)	10102-43-9	3	0,0200440	3,7	0,1339440	3,5
4	703	бенз(а)пирен	50-32-8	1	0,0000001	0,0...	0,0000006	0,0...
		Всего			0,5443541		3,7649256	

Наибольший удельный вес в общем объеме выбросов занимает углерода оксид (73,6-74,5%) и азота диоксид (21,9-22,6%).

В проекте размеров санитарно-защитной зоны (СЗЗ) для определения максимальных приземных концентраций

загрязняющих веществ в атмосфере выполнен расчет рассеивания выбросов, т.е. определены концентрации загрязняющих веществ в приземном слое воздуха на различных расстояниях и в различных направлениях от источника выбросов.

Поскольку котельная расположена внутриквартально, т.е. со всех сторон окружена жилым фондом, для оценки риска здоровью было выбрано 8 контрольных точек на границе жилой застройки по 8 географическим направлениям (север, северо-восток, восток, юго-восток, юг, юго-запад, запад, северо-запад). При этом расстояния от источника выбросов до жилой застройки (выбранных точек) составили от 30 до 120 метров.

С учетом данных инвентаризации источников выбросов и проекта ПДВ для расчета риска здоровью населения определен перечень, состоящий из 4 загрязняющих веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух с учетом следующих критериев:

- объем веществ, совокупный вклад которых в валовый выброс составляет до 95%;
- канцерогенные свойства веществ;
- принадлежность веществ к перечням приоритетных и особо опасных химических веществ в соответствии с CAS, ЕС, РФ, U.S. EPA.

Ввиду того, что общий объем выбросов загрязняющих веществ от котельной в зимнее время в 6,9 раз больше, чем в летнее время, оценка риска здоровью проведена для зимнего времени.

В соответствии с приложением 2 Руководства Р.2.1.10.19-2004 «Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» были определены потенциальные химические канцерогены, относящиеся к группам 1, 2А, 2В по классификации Международного агентства по изучению рака (МАИР).

Из 4 загрязняющих веществ, поступающих в атмосферный воздух от блочно-модульной котельной, канцерогенным эффектом обладает одно: бенз(а)пирен (табл. 14).

В список приоритетных вошли вещества, включенные в перечни приоритетных химических веществ РФ, U.S. EPA, ЕС (табл. 15).

Таблица 14

Сведения о показателях опасности развития канцерогенных эффектов (ингаляционное воздействие)

№пп	Код	CAS	Наименование вещества	Классификация степени доказанности канцерогенности для человека		
				МАИР	EPA	SFi
1.	703	50-32-8	бенз(а)пирен	2А	В2	3,9

Таблица 15

Химические вещества, содержащиеся в выбросах блочно-модульной котельной, включенные в оценку риска

№№ пп	Вещество	CAS	Принадлежность к перечням приоритетных и особо опасных веществ		
			РФ	U.S. EPA	ЕС
1	азота (IV) оксид (азота диоксид)	10102-44-0	+	+	+
2	азота (II) оксид	10102-43-9	+	+	+
3	бенз(а)пирен	50-32-8	+	+	+
4	углерода оксид	630-08-0	+	+	+

Таким образом, в список веществ, включенных для последующих расчетов канцерогенного риска с учетом сведений о показателях опасности развития канцерогенных эффектов, вошел бенз(а)пирен.

В проведение расчетов неканцерогенного риска включены 4 загрязнителя: азота диоксид, азота оксид, бенз(а)пирен, углерода оксид.

Раздел 2. Оценка зависимости «доза-ответ»

На данном этапе работы проведен анализ имеющихся данных о гигиенических нормативах, безопасных уровнях воздействия (референтных концентрациях), критических органах/системах и вредных эффектах.

Обобщена информация о безопасных уровнях воздействия приоритетных загрязняющих веществ, поступающих в атмосферу с выбросами от блочно-модульной котельной (табл. 16).

Следует отметить, что в 2004-2006 гг. после утверждения «Руководства Р.2.1.10.19-2004» в Российской Федерации активно ведется работа по синхронизации отечественных гигиенических нормативов с данными о безопасном уровне воздействия, принятыми в мировой практике. В нашем случае среднесуточные предельно допустимые концентрации и референтные концентрации, принятые в мировой практике, идентичны.

Таблица 16

Перечень приоритетных загрязняющих веществ блочно-модульной котельной с указанием предельно допустимых среднесуточных концентраций (ПДК_{с.с.}) и референтных концентраций (RfC)

№ п/п	Код	CAS	Наименование вещества	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	RfC, мг/м ³
1.	301	10102-44-0	азота (IV) оксид (азота диоксид)	0,04	0,04
2.	304	10102-43-9	азота (II) оксид	0,06	0,06
3.	703	50-32-8	бенз(а)пирен	0,000001	0,000001
4.	337	630-08-0	углерода оксид	3,0	3,0

Для приоритетных загрязняющих веществ указаны критические органы и системы (табл. 17).

Таблица 17

Перечень приоритетных химических веществ, содержащихся в выбросах блочно-модульной котельной и оказывающих воздействие на критические органы и системы

CAS	Наименование вещества	Критические органы и системы
10102-44-0	азота (IV) оксид (азота диоксид)	органы дыхания, кровь (образование MetHb)
10102-43-9	азота (II) оксид	органы дыхания, кровь (образование MetHb)
50-32-8	бенз(а)пирен	рак, иммунная система, влияние на развитие организма
630-08-0	углерода оксид	центральная нервная система, сердечно-сосудистая система, развитие, кровь

Была изучена токсикологическая характеристика химических веществ с точки зрения вызываемых эффектов при хроническом воздействии при ингаляционном пути поступления в организм [1-4].

Диоксид азота. Обладает выраженным раздражающим и прижигающим действием на дыхательные пути, что приводит к развитию токсического отека легких; угнетает аэробное и стимулирует анаэробное окисление в легочной ткани. Не исключена возможность общего действия, в том числе за счет всасывающихся в кровь с поверхности легких продуктов клеточного распада.

Установлено, что испытуемые не чувствовали запаха и раздражения при постепенном увеличении концентрации от 0 до 0,05 мг/дм³ в течение 54 мин. При более высоких концентрациях наблюдаются тяжелые отравления, вплоть до смертельных. Вдыхание в течение 5 мин 0,51—0,76 мг/дм³ вызывает бронхопневмонию; 0,95 мг/дм³ — отек легких в течение 5 мин.

Азота (II) оксид. Кровавый яд, переводит оксигемоглобин в метгемоглобин и оказывает прямое действие на центральную нервную систему.

Начальные явления при остром отравлении — общая слабость, головокружение, онемение ног. При отравлениях средней тяжести резкая слабость и головокружение продолжаются много часов. При тяжелом отравлении - синюшность губ; мягкий, слабого наполнения пульс; легкий озноб; изменение цвета крови. Последствия отравления проявляются длительное время (более года) и выражаются в нарушении ассоциативных способностей, ослаблении памяти, мышечной силы. Описаны также парез лицевых мышц, нарушения чувствительности кожи, общая слабость, легкая утомляемость, напряжение мышц шеи, затрудняющее поворачивание головы, приступы резких головных болей, иногда повторяющиеся головокружения при явлениях сердечной слабости, поздно развивающиеся психозы с шизофренической симптоматикой.

Оксид углерода (II). Для диагностики хронического отравления важно наличие соответствующего производственного анамнеза, клинической картины (астения, энцефалопатия, расстройства дыхания и функции сердечно-сосудистой системы) и наличие СОHb в крови выше уровня нормы.

Описаны хронические отравления при непрерывном вдыхании воздуха, содержащего 0,01-0,05 мг/дм³ СО, в крови обнаруживалось 3—13 % СО. Первые симптомы появляются обычно через 2—3 месяца после начала работы в контакте с СО.

Работающие жалуются на шум в голове и головные боли, особенно во время работы и по утрам, головокружение (особенно, когда смотрят вверх), ощущение угара, повышенную утомляемость, ослабление памяти и внимания, апатию и раздражительность, шум в ушах, повышенную чувствительность к звуковым раздражителям, тошноту, отсутствие аппетита, бессонницу ночью и сонливость днем, бледность, сероватый цвет кожи, навязчивый страх, чувство сердечной тоски, одышку, сердцебиения, боли в области сердца, в груди и боках, в подложечной области, в суставах, невралгические боли, потливость, учащенные позывы к мочеиспусканию, иногда - на обморочное состояние после работы. Отмечаются стойкий ярко-красный дермографизм, дрожание конечностей, экстрапирамидные расстройства - нарушение координации движений, прыгающая походка, понижение или усиление сухожильных рефлексов, тремор пальцев вытянутых рук, лабиринтные нарушения, нистагм при поворотах головы и вращении тела, расстройства кожной чувствительности, вялость или полное отсутствие зрачковых реакций, невриты и полиневриты. Возможны расстройства речи, невралгии, в тяжелых случаях - парезы, в частности, лицевого нерва (маскообразное лицо), энцефалопатии, психозы (деменции, шизофреноподобные состояния и др.), апоплектиформные и эпилептиформные судорожные припадки. Иногда картина расстройства центральной нервной системы напоминает паркинсонизм. Могут быть церебрососудистые и диэнцефальные кризы, усиленная потливость кистей рук, акроцианоз, трофические расстройства кожи, крапивница, атрофия мышц, иногда преждевременное поседение и выпадение волос.

При хронических отравлениях наблюдаются более тяжелые заболевания сердечно-сосудистой системы, чем при острых, особенно у лиц, занимающихся физическим трудом. Отмечаются аритмия, учащение пульса, экстрасистолия, неустойчивость пульса и кровяного давления со склонностью к снижению последнего, но изредка могут развиваться гипертоническая болезнь, стенокардические явления.

Бенз(а)пирен. Является типичным представителем полициклических ароматических углеводородов. Его канцерогенный эффект рассматривается во взаимодействии с другими химическими веществами сложного состава – сажами,

смолами, маслами, для которых получены достоверные доказательства канцерогенности. Эколого-эпидемические исследования, проведенные в различных странах мира, показывают увеличение показателей смертности и заболеваемости населения раком легких в ряде промышленных городов.

Неопределенности этапа оценки зависимости «доза - ответ»

Основными неопределенностями, которые могут иметь место при проведении оценки зависимости «доза/концентрация - ответ», являются следующие:

- 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.

Раздел 3. Оценка экспозиции

Целью данного этапа оценки риска здоровью населения являлась оценка экспозиции, предусматривающая характеристику уровней, продолжительность, частоту и пути воздействия исследуемых загрязнителей.

Характеристика зоны воздействия:

Район расположения котельной относится ко II климатической зоне.

Климат г. N умеренно-континентальный. Средняя годовая температура воздуха +5,6°C, самый холодный месяц – январь -

9,8°C, самый теплый – июль +25,9°C (максимальная температура достигает 41°C).

Метеорологические характеристики и коэффициенты приведены в табл. 18.

Таблица 18

Метеорологическая характеристика

Наименование характеристик	Величина
Тип климата	II B
Коэффициент, зависящий от стратификации атмосферы, A	180
Коэффициент рельефа местности	1
Средняя максимальная температура воздуха наиболее теплого месяца, °C	25,9
Средняя минимальная температура воздуха наиболее холодного периода, °C	-9,3
Количество осадков за ноябрь-март, мм	172
Количество осадков за апрель-октябрь, мм	367
Преобладающее направление ветра за декабрь-февраль	3
Преобладающее направление ветра за июнь-август	C
Максимальная из средних скоростей ветра по румбам за январь, м/с	5,1
Минимальная из средних скоростей ветра по румбам за июль, м/с	3,3
Среднегодовая роза ветров, %:	
C	12
CB	11
B	10
ЮB	14
Ю	13
ЮЗ	11
З	18
СЗ	11
штиль	14

В среднем за год в г. N преобладает западное направление ветра (15 %), в холодное полугодие - юго-восточное (17-23 %). Наиболее часто наблюдается скорость 2-5 м/с (56 %), малые скорости ветра 0-1 м/с бывают в 29 % случаев, 5-процентную повторяемость имеют ветры со скоростью выше 8 м/с. В среднем за год наблюдается 14 дней со скоростью ветра 15 м/с и более.

В годовом ходе скоростей ветра наибольшие скорости наблюдаются в холодный период года (3,4-3,6 м/с), наименьшие – в

теплый период (2,3-2,5 м/с). В суточном ходе наибольшие скорости ветра наблюдаются в послеполуденные часы, минимальные – утром и ночью. Характерна высокая относительная влажность воздуха, в холодное время года – 83-87 %, в теплое – 60-64 %.

г. N располагается в зоне умеренного метеорологического потенциала загрязнения. В среднем наблюдается 45 дней с туманом, в отдельные годы число дней с туманом может достигать 79. Средняя продолжительность туманов за год – 234 часа, наибольшая – 500. За год наблюдается 199 дней с приземными инверсиями. В годовом ходе максимум приземных инверсий отмечается в летние месяцы. При этом в 11 % годового времени можно ожидать сочетания приземных инверсий с малыми скоростями ветра, в июле-сентябре – в 14-17 %. Сочетание приземных инверсий с туманом и малыми скоростями ветра в холодное полугодие наблюдается в 2-4 % случаев, в теплое – менее 1 %. Приподнятые инверсии с высотой нижней границы не более 250 м над трубой наблюдаются в 48 днях в году. Наиболее часто они бывают в зимние месяцы в ночные часы.

Рельеф местности спокойный, на рассеивание вредных веществ не влияет.

Преобладающие направления ветра северное и западное.

Для оценки риска здоровью принят ингаляционный путь поступления загрязняющих веществ в организм (табл. 19).

Таблица 19

Сценарий экспозиции

Среда	Пути поступления		
	ингаляция	перорально	накожно
Атмосферный воздух	+	-	-

Исходными данными для расчета риска здоровью населения, обусловленного воздействием химических загрязнителей, содержащихся в выбросах от котельной, являлись расчетные среднесуточные концентрации веществ в приземном слое атмосферного воздуха (на высоте 2 метра от поверхности земли).

Результаты расчета среднесуточных концентраций загрязняющих веществ по восьми контрольным точкам территории влияния выбросов от блочно-модульной котельной представлены в табл. 20.

Неопределенности этапа «Оценка экспозиции»

- В связи с тем, что в настоящее время отсутствует утвержденная на федеральном уровне методика моделирования среднесуточных концентраций при рассеивании атмосферных загрязнителей от стационарных источников выбросов, расчет проводился по методике ОНД-86. Определялись расчетные максимально разовые концентрации в приземном слое атмосферного воздуха. При этом проводился последующий их пересчет для определения среднесуточных концентраций.

- Исходными данными для расчета концентраций загрязняющих веществ в приземном слое атмосферного воздуха являются сведения об объеме выбросов и характеристики источника. При этом погрешности расчетов концентраций достаточно хорошо известны и составляют 10-25 %.

- При оценке риска на основе моделей рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе, выбрасываемых источниками котельной, не учитывался вклад в формирование величины концентрации загрязняющих веществ в приземном слое других источников (промышленных предприятий и автотранспорта), поэтому полученные результаты характеризуют информационную картину только от воздействия источников загрязнения данной котельной.

- Работа была связана также с условностью выбранного сценария воздействия, не учитывающего специфические аспекты суточной деятельности населения разных возрастных и половых групп, в частности, время, которое потенциально экспонируемая популяция проводит на оцениваемой территории.

Таблица 20

Расчетные среднесуточные концентрации загрязняющих веществ,
выбрасываемых в атмосферный воздух, Са, мг/м³
(исходные данные для оценки риска здоровью)

№ п/п	Код	Наименование веществ	CAS	Контрольные точки							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	301	азота (IV) оксид (азота диоксид)	10102-44-0	0,00178	0,00204	0,00153	0,00204	0,00076	0,00512	0,00698	0,00306
2	304	азота (II) оксид (азота оксид)	10102-43-9	0,0021	0,0021	0,0022	0,0004	0,0006	0,0036	0,0039	0,0031
3	337	углерода оксид	630-08-0	0,011	0,014	0,008	0,002	0,009	0,028	0,037	0,014
4	703	бенз(а)пирен	50-32-8	0,0000004	0,0000006	0,0000007	0,0000002	0,0000005	0,0000008	0,0000005	0,0000004

Раздел 4. Характеристика риска для здоровья населения

На данном этапе работы проведен расчет индивидуального канцерогенного риска для 1 химического вещества, обладающего канцерогенным эффектом и поступающего в организм человека ингаляционным путем: бенз(а)пирена.

Расчет осуществлялся с использованием данных о величине экспозиции и значениях факторов канцерогенного потенциала по формуле:

$$\mathbf{CR=ADD\times SF,}$$

где

ADD – среднесуточная доза в течение жизни, мг/кг в день;

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

Среднесуточная доза загрязнителя (мг/кг в день) определялась по формуле:

$$\mathbf{ADD=((Ca \times Tout \times Vout) + (Ch \times Tin \times Vin)) \times EF \times ED / (BW \times AT \times 365)}$$

При этом использовались стандартные значения показателей экспозиции:

Tout - время, проводимое вне помещений - 8 ч/день;

Tin - время, проводимое внутри помещений - 16 ч/день;

Vout - скорость дыхания вне помещений - 1,4 м³/час;

Vin - скорость дыхания внутри помещения - 0,63 м³/час;

EF - частота воздействия - 350 дней/год;

ED - продолжительность воздействия - 30 лет;

BW - масса тела - 70 кг;

AT - период осреднения экспозиции - 70 лет.

Принято, что концентрация внутри помещения равна концентрации вне помещения.

Результаты расчета показателя индивидуального канцерогенного риска приведены в табл. 3.15.

Установлено, что показатели индивидуального канцерогенного риска здоровью, обусловленного вероятным воздействием бенз(а)пирена, составляют от $9,74 \cdot 10^{-8}$ до $3,90 \cdot 10^{-7}$ (точки 4, 6).

Такие величины в соответствии с критериями приемлемости риска ниже величины целевого риска, принятого для условий

населенных мест в России (10^{-5} — 10^{-6}) (п.7.6.7 Р 2.1.10.1920—04) и не вызывают опасения.

Оценка риска неканцерогенных эффектов проводилась на основе расчета коэффициентов опасности по формуле:

$$HQ=AC/RfC,$$

где

HQ – коэффициент опасности;

AC – среднесуточная концентрация, мг/м³,

RfC – референтная (безопасная концентрация), мг/м³.

Расчет неканцерогенного риска показал, что коэффициенты опасности (HQ) во всех 8 расчетных точках от воздействия четырех загрязняющих веществ: бенз(а)пирена, азота диоксида, азота оксида, углерода оксида - в зоне влияния котельной не превышают единицу и характеризуются как допустимое воздействие на здоровье населения (табл. 3.20).

С учетом однонаправленности воздействия веществ рассчитывался индекс опасности (HI) по формуле:

$$HI=HQ_1+HQ_2+\dots+HQ_n$$

где

n – число веществ;

HQ_{1...n} – коэффициенты опасности для отдельных компонентов смеси воздействующих веществ.

В данном проекте:

- 2 химических вещества (азота диоксид, азота оксид), обладают однонаправленным действием на органы дыхания.
- 3 химических вещества (азота диоксид, азота оксид, углерода оксид) обладают однонаправленным действием на кровь.

Анализ индексов опасности (HI) этих веществ показал, что суммарный HI не превышает единицу, т.е. допустимого уровня и составляет в расчетных точках максимально 0,240 - 0,252 (точка 7).

Таким образом, неканцерогенный риск характеризуется, как допустимый (табл. 21, 22, 23, 24).

Таблица 21

Индивидуальный канцерогенный риск от воздействия бенз(а)пирена,
содержащегося в выбросах от котельной

№ п/п	Код	Наименование веществ	CAS	Индивидуальный канцерогенный риск (CR)							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	703	бенз(а)пирен	50-32-8	$1,95 \times 10^{-7}$	$2,92 \times 10^{-7}$	$3,41 \times 10^{-7}$	$9,74 \times 10^{-8}$	$2,44 \times 10^{-7}$	$3,90 \times 10^{-7}$	$2,44 \times 10^{-7}$	$1,95 \times 10^{-7}$

Таблица 22

Индексы опасности (неканцерогенный риск) загрязняющих веществ,
выбрасываемых в атмосферу от котельной

№ п/п	Код	Наименование веществ	CAS	Коэффициент опасности (HQ)							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	301	азот (IV) оксид (азота диоксид)	10102-44-0	0,045	0,051	0,038	0,051	0,019	0,128	0,175	0,077
2	304	азот (II) оксид (азота оксид)	10102-43-9	0,035	0,035	0,037	0,007	0,010	0,060	0,065	0,052
3	337	углерод оксид	630-08-0	0,004	0,005	0,003	0,001	0,003	0,009	0,012	0,005
4	703	бенз(а)пирен	50-32-8	0,400	0,600	0,700	0,200	0,500	0,800	0,500	0,400
Сумма коэффициентов опасности (HI)				0,483	0,691	0,778	0,258	0,532	0,997	0,752	0,533

Таблица 23

Индексы опасности (неканцерогенный риск) загрязняющих веществ
при хроническом воздействии на кровь

№ п/п	Код	Наименование веществ	CAS	Коэффициент опасности (HQ)							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	301	азот (IV) оксид (азота диоксид)	10102-44-0	0,045	0,051	0,038	0,051	0,019	0,128	0,175	0,077
2	304	азот (II) оксид (азота оксид)	10102-43-9	0,035	0,035	0,037	0,007	0,010	0,060	0,065	0,052
3	337	углерод оксид	630-08-0	0,004	0,005	0,003	0,001	0,003	0,009	0,012	0,005
ИИ				0,083	0,091	0,078	0,058	0,032	0,197	0,252	0,133

Таблица 24

Индексы опасности (неканцерогенный риск) загрязняющих веществ
при хроническом воздействии на органы дыхания

№ п/п	Код	Наименование веществ	CAS	Коэффициент опасности (HQ)							
				1	2	3	4	5	6	7	8
1	301	азот (IV) оксид (азота диоксид)	10102-44-0	0,045	0,051	0,038	0,051	0,019	0,128	0,175	0,077
2	304	азот (II) оксид (азота оксид)	10102-43-9	0,035	0,035	0,037	0,007	0,010	0,060	0,065	0,052
ИИ				0,080	0,086	0,075	0,058	0,029	0,188	0,240	0,128

Определение численности экспонированного населения, т.е. населения, подвергающегося воздействию рассматриваемых неблагоприятных факторов, а также определение популяционного канцерогенного и неканцерогенного рисков в данном проекте не производилось ввиду того, что величины показателей индивидуального канцерогенного риска и суммарного неканцерогенного риска находятся ниже величины приемлемого уровня.

Выводы

1. Канцерогенный риск здоровью от воздействия бенз(а)пирена составляет от $9,74 \times 10^{-8}$ до $3,90 \times 10^{-7}$, т.е. приблизительно 1 - 4 случая онкологических заболеваний на 10 000 000 населения в течение средней продолжительности жизни, что по критериям приемлемости ниже величины целевого риска, принятого для условий населенных мест в России (10^{-5} - 10^{-6}) и не вызывает опасения.

2. Неканцерогенный риск для здоровья населения от воздействия оксида азота, азота диоксида, оксида углерода, бенз(а)пирена, содержащихся в выбросах от котельной по ул. N города N, не превышает единицу и характеризуется как допустимое воздействие на здоровье.

3. При однонаправленном хроническом ингаляционном воздействии на критические органы и системы (органы дыхания, кровь) индексы опасности не превышают единицу. Неблагоприятное воздействие на здоровье характеризуется как допустимое.

4. По результатам оценки риска здоровью населения возможно установление санитарно-защитной зоны котельной в 30 м.

ГЛОССАРИЙ

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

Вредное воздействие на человека - воздействие факторов среды обитания, создающее угрозу жизни или здоровью человека либо угрозу для жизни и здоровья будущих поколений.

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

Доза - основная мера экспозиции, характеризующая количество химического вещества, воздействующее на организм (в мг поступающего вещества на кг живого веса организма).

Загрязнение окружающей среды - поступление в окружающую среду вещества и (или) энергии, свойства, местоположение или количество которых оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

Загрязняющее вещество - вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду.

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.

Индекс опасности (HI) - сумма коэффициентов опасности (HQ) 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 1000 лиц, подвергавшихся воздействию (риск 1 на 1000 или 1×10^{-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).

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: $1/(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{день}))$ или $(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{день}))^{-1}$.

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. Дополнительно см. **Классификация канцерогенов.**

Классификация канцерогенов. В соответствии с классификацией Международного агентства по изучению рака (МАИР) выделяются следующие группы агентов: **1** – канцерогены для человека; **2A** – вероятные канцерогены для человека; **2B** – возможные канцерогены для человека; **3** - не классифицируемые как канцерогены для человека; **4** - наличие доказательств неканцерогенности для человека.

В соответствии с классификацией Агентство по охране окружающей среды США (U.S. EPA) потенциальные канцерогенные агенты подразделяются на следующие группы: **A** - канцерогены для человека; **B1**- вероятные канцерогены для

человека (ограниченные доказательства для человека); **B2**-вероятные канцерогены для человека (достаточные доказательства для животных и недостаточные доказательства или отсутствие данных для человека); **C** - возможные канцерогены для человека; **D** - не классифицируемые как канцерогены для человека; **E** - наличие доказательств отсутствия канцерогенности для человека.

Код CAS (CAS registry number) - уникальный численный идентификатор химических соединений, полимеров, биологических последовательностей нуклеотидов или аминокислот, смесей и сплавов, внесённых в реестр Chemical Abstracts Service - химической реферативной службы - подразделения Американского химического общества. Код CAS служит для идентификации химического вещества на международном уровне.

Коэффициент опасности (HQ) - отношение воздействующей дозы (или концентрации) химического вещества к его безопасному (референтному) уровню воздействия.

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.

Международное агентство по изучению рака (МАИР) - International Agency for Research on Cancer (IARC) - международная научно-исследовательская организация, часть Всемирной организации здравоохранения – одного из специализированных учреждений Организации Объединённых Наций. Штаб-квартира агентства находится в городе Лион во Франции. МАИР занимается координацией и проведением исследований причин онкологических заболеваний у людей и механизмов канцерогенеза, а также разработкой научных стратегий борьбы против рака.

Неопределенность (в оценке риска для здоровья) - 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.

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.

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

Предельно допустимая концентрация (ПДК) загрязняющего вещества в атмосферном воздухе населенных мест - концентрация, не оказывающая в течение всей жизни прямого или косвенного неблагоприятного действия на настоящее или будущие поколения, не снижающая работоспособности человека, не ухудшающая его самочувствия и санитарно-бытовых условий жизни.

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.

Референтная доза/концентрация (RfC и RfD) - 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.

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

Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – специальная территория вокруг объекта с особым режимом использования, размер которой обеспечивает уменьшение воздействия загрязнения на атмосферный воздух (химического, биологического, физического) до значений, установленных гигиеническими нормативами, а для

предприятий I и II класса опасности - как до значений, установленных гигиеническими нормативами, так и до величин приемлемого риска для здоровья населения.

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.

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 (при оценке риска) - описание специфических условий экспозиции; совокупность фактов, предположений и заключений о воздействии оцениваемого вредного фактора. Сценарий экспозиции может включать несколько маршрутов воздействия.

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.

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.

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 и иной деятельности, чрезвычайными ситуациями природного и техногенного характера.

Экспозиция (уровень воздействия) - контакт организма (рецептора) с химическим, физическим или биологическим агентом в течение определенного времени.

CAS - регистрационные номера веществ по международной классификации американской организации Chemical Abstracts Service. См. код **CAS**.

ЕС - Регистрационный номер химического вещества, присвоенный Комиссией Европейского Сообщества.

SFo, SFi - факторы канцерогенного потенциала для перорального (SFo) и ингаляционного (SFi) путей поступления, $(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{день}))^{-1}$; см. **канцерогенный потенциал**.

URi - единичный риск при ингаляционном воздействии на $1 \text{ мг}/\text{м}^3$.

U.S. EPA – Environmental Protection Agency - Агентство по охране окружающей среды США - агентство Федерального правительства США, созданное с целью защиты окружающей среды и здоровья людей, для чего разрабатывает и следит за исполнением норм, основанных на законах, принятых Конгрессом США.

РЕКОМЕНДУЕМАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Вредные вещества в окружающей среде. Кислородосодержащие органические соединения. Ч. I: Справочно-энциклопедическое издание / Под ред. В.А. Филова, Б.А. Ивина, Ю.И. Мусийчука. – СПб: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 404 с.
2. Вредные вещества в окружающей среде. Кислородосодержащие органические соединения. Ч. II: Справочно-энциклопедическое издание / Под ред. В.А. Филова, Б.А. Ивина, Ю.И. Мусийчука. – СПб: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 344 с.
3. Вредные вещества в окружающей среде. Кислородосодержащие органические соединения. Ч. III: Справочно-энциклопедическое издание / Под ред. В.А. Филова, Б.А. Ивина, Ю.И. Мусийчука. – СПб: АНО НПО «Профессионал», 2004. – 308 с.
4. Вредные вещества в окружающей среде. Элементы I-IV групп периодической системы и их неорганические соединения: Справочно-энциклопедическое издание / Под ред. В.А. Филова. – СПб: АНО НПО «Профессионал», 2005. – 462 с.
5. Куролап С.А. Воронеж: среда обитания и зоны экологического риска / С.А. Куролап, С.А. Епринцев, О.В. Клепиков и др. - Воронеж: Изд-во «Истоки», 2010. - 207 с.
6. Куролап С.А. Интегральная экологическая оценка состояния городской среды / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, П.М. Виноградов и др.; под общ. ред. С.А. Куролапа и О.В. Клепикова. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2015. – 232 с.
7. Куролап С.А. Практикум по инженерно-экологическому проектированию и оценке риска здоровью: учебное пособие для вузов / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, Е.Л. Акимов. – Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2016. – 214 с.
8. Куролап С.А. Экологическая экспертиза и оценка риска здоровью / С.А. Куролап, О.В. Клепиков, С.А. Епринцев. - Воронеж: Изд-во «Научная книга», 2012. – 108 с.
9. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду / Г.Г. Онищенко, С.М. Новиков, Ю.А. Рахманин и др.; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.
10. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду (Р 2.1.10.1920 – 04). – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 2004. – 143 с.

ПРИЛОЖЕНИЕ

СПРАВОЧНЫЕ ДАННЫЕ ДЛЯ РАСЧЕТА РИСКОВ

Извлечение из Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [10]

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- трихлорэтан	1,1,2- 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
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,

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
528-29-0	1,2-Динитробензол	0,0001	
76-12-0	1,2-Дифтор- тетрахлорэтан	1,1,2,2- 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, мочевого пузырь
10061-02-6	1,3-Дихлорпропен(Е), транс-	0,02	органы дыхания
10061-01-5	1,3-Дихлорпропен(З),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-Бутеносид	0,02	органы дыхания, серд.- сос. сист.
872-05-9	1-Децен	0,06	почки

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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-Бутоксизтокси)этанол	0,02	печень
111-90-0	2-(Этоксизтокси)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	
1746-01-6	2,3,7,8-Тетрахлордibenзо-п-диоксин	4.00E-08	системн., развитие, печень, ре-прод., гормон, органы дыхания, кровь
51207-31-9	2,3,7,8-Тетрахлордibenзофуран	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

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
105-67-9	2,4- Диметил фенол	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- Дихл орфенол	0,077	
584-84-9	2,4-Толуиленидиизоцианат	0,0001	органы дыхания
2216-30-0	2,5-Диметил гептан	2,1	ЦНС
576-26-1	2,6-Диметил фенол	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-Бутоксизтанол	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-Метил фенол	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-Фенил фенол	0,07	
126-99-8	2-Хлорбута-1,3-диен	0,007	органы дыхания
91-58-7	2-Хлорнафталин	0,28	печень

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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'-Метилендифенилизо- цианат	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-	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	К,К-Диметиланилин	0,007	
68-12-2	М,К-Диметилформамид	0,03	печень, органы дыхания
479-45-8	М-Метил-2,4,6,М- тетранитроанилин	0,035	

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
133-07-3	N-Трихлорметилтиофталими	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
1646-88-4	Алдоксикарб	0,0035	
309-00-2	Алдрин	0,0001	печень
	Алифатические углеводороды C8-C16	1	печень, кровь
	Алифатические углеводороды C9-C12	2	
	Алифатические углеводороды C9-C18	1	
	Алифатические углеводороды C5-C8	0,2	
	Алифатические углеводороды/циклопентаны C5-C8	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

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
	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 C5-C8	0,4	ЦНС, печень, почки
	Ароматические углеводороды C8-C16	0,2	печень, почки, органы дыхания (эпителий носовой полости)
	Ароматические углеводороды/алкены C9-C10	0,06	
	Ароматические углеводороды/алкены C11-C35	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

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
74-86-2	Ацетилен	1,5	ЦНС, органы дыхания
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,
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 1 E-5, 1 нг/м ³ , иммун., развитие
192-97-2	<i>Бензо[e]пирен</i>	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.

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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 (сверг, сист.)
7440-41-7	Бериллий	2,00E-05	органы дыхания, иммун.
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,
82657-04-3	Бифентрин	0,052	
10605-21-7	БМК	0,035	
7440-42-8	Бор	0,02	органы дыхания, репрод.
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,
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., асфиксant
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	Бутил	3,5	
1678-93-9	Бутил циткологексан	2	ЦНС
78-48-8	Бутифос	0,0001	
94-82-6	Бутоксон	0,028	

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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	Ванадия сульфат	7,00E-05	органы дыхания
1929-77-7	Вернолат	0,0035	системн. (масса тела)
	Взвешенные вещества	0,075	органы дыхания, смерти.
	Взвешенные частицы с размерами менее 10 мкм	0,05	органы дыхания, смерти., серд.-сос. система, развитие
	Взвешенные частицы с размерами менее 2,5 мкм	0,015	органы дыхания, смерти.
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-Бутилбязол	0,035	
7440-55-3	Галлий	0,04	
87-82-1	Гексабромбензол	0,007	
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)

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
118-74-1	Гексахлорбензол	0,003	печень, гормон., иммун., почки, кровь
87-68-3	Гексахлорбутадиен	0,09	развитие, системы., почки
77-47-4	Гексахлорциклопента-диен	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	системы., 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	

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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 дибен-зодиоксины)	4,00E-08	системы., 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	
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 (СОНЬ)
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

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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	системы, (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,E-05	органы дыхания
12007-56-6	Кальция борат	0,02	органы дыхания, репрод.
105-60-2	Капролактан	1,75	
133-06-2	Каптан	0,45	
191906	Каптофол	0,007	
63-25-2	Карбарил	0,385	гормон., биохим. (ХЭ)
55285-14-8	Карбосульфат	0,035	
1563-66-2	Карбофуран	0,0175	
8008-20-6	Керосин	0,01	печень
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.,
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)

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
60676-86-0	Кремний диоксид аморфный	0,05	органы дыхания (по взвеш. в-вам)
14808-60-7	Кремний кристаллический	0,003	органы дыхания, иммун. (аутоиммун.), риск силикоза 0,3% на 1 мг/м ³ x (число лет)
1330-20-7	Ксилол	0,1	ЦНС, органы дыхания,
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	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

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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.
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, (ферменты) биохим.
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, системы., развитие, репрод.
74-93-1	Метилмеркаптан	0,001	органы дыхания, ЦНС

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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,
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

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
1313-99-1	Никель оксид	2,00E-05	органы дыхания, кровь
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	системы., 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.

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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	0,0012	гормон., печень, масса
23950-58-5	Пронамид	0,26	
57-55-6	Пропан- 1,2-диол	0,003	органы дыхания (носовая)
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	
98-56-6	п-Хлорбензотрифтормид	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.

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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
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	ТМГД	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

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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	
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	Триэтанолламин	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
463-58-1	Углерод оксид сульфид	0,3	
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	Фенитроцион	0,0044	

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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	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
7664-39-3	Фтористо-водородная кислота	0,03	костная система; органы дыхания
	Фтористые соединения, плохо рас- , творимые 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

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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	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

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
16065-83-1	Хром (III)	0,005	органы дыхания
18540-29-9	Хром (VI)	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
108-94-1	Циклогексанон	1	
12122-67-7	Цинеб	0,175	гормон, (щитовидн. железа)
7440-66-6	Цинк	0.0009	органы дыхания, иммун. (сене.), кровь
1314-13-2	Цинк оксид	0,035	серд.-сос. сист., кровь, органы дыхания
7733-02-0	Цинк сульфат	0,0009	органы дыхания, иммун. (сене.), кровь
52315-07-8	Циперметрин	0,035	
66215-27-8	Циромазин	0,026	
156-59-2	цис- 1,2-Дихлорэтилен	7,93	
	Эмиссии дизельных	0,005	органы дыхания
115-29-7	Эндосульфат	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 системн., ЦНС дыхания,

CAS	Вещество	RfC мг/м ³	Критические органы/системы
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	

Факторы канцерогенного потенциала (мг/(кг*сут))⁻¹

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	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			13	13
35822-46-9	1,2,3,4,6,7,8-Гептахлор-дибензол-диоксин	3		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			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

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
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			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-Пентахлордибензофуран		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-Тетрааминоантрахинон	2B		0,0045	0,0045
123-91-1	1,4-Диоксан	2B	B2	0,027	0,027
123-31-9	1,4-Диоксибензол	3	C	0,056	0,056
106-46-7	1 ,4-Дихлорбензол	2B	C	0,0054	0,04
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-метилантра-хинон	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

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
108-60-1	2,2'-Дихлоризопропиловый эфир	3	C	0,07	0,035
38380-08-4	2,3,3',4,4',5-Гексахлорби-				
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	
1928-43-4	2,4- Д, 2-этилгексиловый			0,019	
615-05-4	2,4-Диаминоанизол	2B	ND	0,023	0,023
39156-41-7	2,4-Диаминоанизолсульфат			0,013	0,013
95-68-1	2,4-Диметиланилин	3	C	0,75	0,75
21436-96-4	2,4-Диметиланилингидрохлорид		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-метилдипирилодо(1,2-а: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
67730-10-3	2-Аминодипиридо(1,2-а: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

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
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-Метил азиридин	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 (РСВ 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	3Н-Имидазо(4,5-1)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-дибром пропан	2B	B2	7	7
101-77-9	4,4'-Диаминодифенилметан	2B	ND	0,25	1,6
101-14-4	4,4'-Метиленбис(2-хлор-анилин)	2A	B2	0,13	0,13

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
13552-44-8	4,4'-Метилендианилин дихлорид	2B		1,2	1,2
101-80-4	4,4'-Оксианилин	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'-Тиоданилин	2B		15	15
92-67-1	4-Аминодифенил	1	A	21	21
60-11-7	4-Диметиламиноазобензол	2B	B2	4,6	4,55
106-49-0	4-Метиланилин	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,с']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,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	ПО
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

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
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	2Д	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
319-84-6	альфа- Лин дан	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

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
92-87-5	Бензидин	1	A	230	234
ЮО-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-хлоризопропиловый)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
593-60-2	Бромэтен	2A	B2	0,11	0,11
78-48-8	Бутифос		C	0,239	-
75-01-4	Винил хлорид	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	

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF 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[а, j]акридин	2B	ND	1,2	0,39
226-36-8	Дибенз[а, h]акридин	2B	ND	1,2	0,39
53-70-3	Дибензо(а, h)антрацен	2A	B2	7,3	3,1
189-64-0	Дибензо[а, h]пирен	2B	ND	120	39
189-55-9	Дибензо[а, i]пирен	2B	B2	120	39
191-30-0	Дибензо[а, l]пирен	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	Дифенокназол		C	0,157	

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
25321-22-6	Дихлорбензол		B2	0,024	0,024
75-09-2	Дихлорметан	2B	B2	0,0075	0,0016
79-43-6	Дихлоруксусная кислота	2B	B2	0,05	
1300-21-6	Дихлорэтан			0,091	0,091
60-57-1	Диэдрин	3	B2	16	16
56-53-1	Д иэтилстил ьбэстрол	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-с,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	Иодметан	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	Лазеокарпин	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	Манкозеп		B2	0,0601	
148-82-3	Мелфалан	1		130	130

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
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
12035-72-2	Никель субсуль'фид		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	Октахлордibenзо-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

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
62-44-2	п-Ацетофенетидин	2А		0,0022	0,0022
87-84-3	Пентабром-6-хлорцикло-гексан		С	0,023	0,023
82-68-8	Пентахлорнитробензол	3	С	0,26	0,26
87-86-5	Пентахлорфенол	2В	В2	0,12	0,018
52645-53-1	Перметрин	3	С	0,0184	0,0184
5160-02-1	Пигмент красный	3		0,0053	0,0053
121-21-1	Пиретрин 1		В	0,00514	
123343-16-8	Пиритиобак-натрий		С	0,00105	
120-80-9	Пирокатехин	2В	ND	0,009	0,009
1694-09-3	Пищевой фиолетовый 2	2В		0,02	0,02
100-00-5	п-Нитрохлорбензол	3	В2	0,0067	0,018
1336-36-3	Полихлорированные фенолы	2А	В2	0,4	0,4
65996-93-2	Полициклические органические вещества	1		7,3	0,7
3564-09-8	Понсо 3R	2В		0,016	0,016
3761-53-3	Понсо МХ	2В		0,0045	0,0045
671-16-9	Прокарбазин	2А		14	14
366-70-1	Прокарбазин гидрохлорид	2А		12	12
23950-58-5	Пронамид		В2	0,0154	0,0154
139-40-2	Пропазин		С	0,0445	
2312-35-8	Пропагит		В2	0,0171	
60207-90-1	Пропиканозол		С	0,0179	
75-56-9	Пропиленоксид	2В	В2	0,24	0,013
51-52-5	Пропилтиоурацил	2В		1	1
114-26-1	Пропоксур	ND	В2	0,00369	0,00369
67747-09-5	Прохлорац		С	0,15	0,15
16071-86-6	Прямой коричневый 95	2В	А	9,3	6,7
2602-46-2	Прямой синий 6	2В	А	8,1	7,4
1937-37-7	Прямой черный 38	2В	А	8,6	7,4
5216-25-1	п-Хлорбензотрихлорид		В2	20	20
50-55-5	Резерпин	3		И	11
50471-44-8	Ронилан		С	0,29	
19666-30-9	Ронстар		В2	0,14	
78587-05-0	Савей		С	0,0222	
	Сажа	1			0,0155
94-59-7	Сафрол	2В	В2	0,22	0,22
7439-92-1	Свинец	2А	В2	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

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
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	ПО
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- [(Ди метилам и но) 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; CA8 25962-77-0	2B		0,44	0,44
75-65-0	трет-Бутанол			0,003	-
1582-09-8	Трефлан	3	C	0,0077	0,0077
115-96-8	Три(2-хлорэтил)фосфат	3	C	0,014	

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF ₁
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	Триметил фосфат		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	Феноксibenзамин	2B		3,1	3,1
63-92-3	Феноксibenзамин гидрохлорид	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

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF _o	SF _I
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 C 12 (60% хлора)	2B	ND	0,089	0,089
74-87-3	Хлорметан	3	E	0,013	0,0063
107-30-2	Хлорметоксиметан	1	A	2,4	2,4
1897-45-6	Хлороталонил	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

CAS	Вещество	МАИР	ЕРА	SF ₀	SF 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	Этофен проке		C	0,0051	

Учебное издание

**Семен Александрович Куролап
Олег Владимирович Клепиков
Наталья Викторовна Каверина
Татьяна Владимировна Хорпякова**

**ПРАКТИКУМ
ПО ОЦЕНКЕ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ,
СВЯЗАННОГО С ХИМИЧЕСКИМ ЗАГРЯЗНЕНИЕМ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ**

(Учебное пособие для вузов)

Подписано в печать 14.06.2018 г.
Формат 60x84/16. Усл. печ. л. 6,25
Бумага офсетная. Тираж 100 экз.
Заказ № 0920.

ООО Издательство «Научная книга»
394077, Россия, г. Воронеж, ул. 60-Армии, 25-120
<http://www.sbook.ru>

Отпечатано с готового оригинал-макета
В ООО «Цифровая типография»
394036, г. Воронеж, ул. Ф. Энгельса, д. 52
Тел. (473) 261-03-61, e-mail: zakaz@print36.ru