



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности и
защита окружающей среды»

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

к практическим занятиям
по дисциплине

«Экологическая эпидемиология»

Авторы
Зименко В.А.,
Климов П.В.

Ростов-на-Дону, 2015



Аннотация

Методические указания предназначены для подготовки магистров по направлению 20.04.01 Техносферная безопасность программа Охрана труда и безопасность в техносфере.

Авторы

К.м.н., доцент Зименко В.А.

К.б.н., доцент Климов П.В.



Оглавление

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ.....	6
I. ВОДА КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ПРИРОДЫ	9
1. Цель работы	9
2. Задание	9
3. Контрольные вопросы.....	10
4. Таблица №1 Источники загрязнения водозаборов и адекватные им вещества-загрязнители	10
5. Теория по теме занятия.....	11
Ситуационная задача для выполнения самостоятельной работы	14
Литература для подготовки к занятию	15
II. ПОЧВА КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ПРИРОДЫ	16
1. Цель работы	16
2. Задание	16
3. Контрольные вопросы.....	17
4. Таблица №1 Принципиальная схема оценки почв	17
5. Теория по теме занятия.....	17
Ситуационная задача для выполнения самостоятельной работы	20
Литература для подготовки к занятию	21
III. ВОЗДУХ КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ПРИРОДЫ	22
1. Цель работы	22
2. Задание	22
3. Контрольные вопросы.....	23
4. Теория по теме занятия.....	23
Ситуационная задача для выполнения самостоятельной работы	25
Литература для подготовки к занятию	26
IV. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТОКСИКАНТОВ ПО ИХ СПЕЦИФИЧЕСКОМУ ДЕЙСТВИЮ НА ОРГАНИЗМ.....	27

I. Учебные вопросы занятия	27
II. Темы рефератов, докладов, сообщений	27
III. Литература для подготовки к занятию.....	27
IV. Методические указания студентам по подготовке к семинару.....	27
Ситуационная задача.....	29
V. ОЦЕНКА ЭКСПОЗИЦИИ ОПАСНОСТИ (ЗАВИСИМОСТИ «ДОЗА – ОТВЕТ»)	30
1. Цель работы	30
2. Задание	30
3. Контрольные вопросы.....	30
4. Теория по теме.....	31
Ситуационная задача №1	32
Ситуационная задача №2.....	33
Ситуационная задача №3.....	34
Литература для подготовки.....	34
VI. ПИЦА, КАК ФАКТОР РИСКА НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛОВАНИЙ	35
I. Учебные вопросы занятия	35
II. Темы рефератов, докладов, сообщений	35
III. Литература для подготовки к занятию.....	35
IV. Методические указания по подготовке к семинару ..	35
VII. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИИ	37
I. Учебные вопросы занятия	37
II. Темы рефератов, докладов, сообщений	37
III. Литература для подготовки к занятию.....	37
IV. Методические указания студентам по подготовке к семинару.....	37
VIII. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КАК ПРИЧИНА ВОЗМОЖНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ НАСЕЛЕНИЯ	39
I. Учебные вопросы занятия	39
II. Темы рефератов, докладов, сообщений	39
III. Литература для подготовки к занятию.....	39
IV. Методические указания студентам по подготовке к семинару.....	40
IX и X. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ	

НАСЕЛЕНИЯ (кейс-технология).....	41
1. Введение в оценку риска для здоровья населения (ТЕОРИЯ ВОПРОСА).....	41
2. Оценка риска для здоровья населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха в г. Новокузнецке.....	45
3. Учебные задания	50
3.1 Оценка риска немедленного действия	50
3.2 Оценка риска хронических эффектов	52
3.3 Оценка риска канцерогенных эффектов	54
3.4 Оценка коэффициентов опасности	58
Библиографический список	62
ПРИЛОЖЕНИЕ А Концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе г. Новокузнецка	63
ПРИЛОЖЕНИЕ Б Соответствие «пробитов» и вероятности возникновения рефлекторных эффектов при загрязнении воздушного бассейна	65
ПРИЛОЖЕНИЕ В Данные для оценки зависимости «доза-эффект»	66

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПОДГОТОВКЕ К ЗАНЯТИЯМ

I. Все **семинарские занятия** проводятся по алгоритму:

- обсуждение вопросов с учебной группой (каждому студенту необходимо знать теорию по теме занятия и быть готовым ответить на вопрос семинара);

- заслушивание, обсуждение и оценка фиксированных выступлений студентов по заранее выбранной теме реферата; каждый из студентов может оказаться в роли официального оппонента докладчику (назначается преподавателем);

- общая дискуссия по теме с учетом уточняющих вопросов преподавателя.

Критерии оценки фиксированных (реферативных) сообщений:

- уровень свободы владения материалом (степень привязанность к конспекту - *не читать!*);
- способность выделять главное;
- научность излагаемого материала;
- полнота освещения вопроса;
- полнота ответов на дополнительно заданные вопросы;
- способность вести дискуссию.

Требования к оформлению реферата

Реферат принимается преподавателем при условии его нормативного оформления: отпечатан на бумаге формата А4 с соблюдением правил рубрикации. Структура реферата:

- титульный лист (вверху страницы – колонтитул ДГТУ и кафедры БЖ и ЗОС; в центре страницы – тема сообщения; внизу страницы – учебная группа и фамилия исполнителя, фамилия и должность преподавателя, дата);
- постраничное оглавление;
- введение с обоснованием актуальности темы;
- основная часть (главы, параграфы текста с рисунками или схемами и таблицами; статистические данные);
- выводы (заключение);
- список использованной литературы и адреса интернет ре-

курса.

Готовые материалы, скопированные из интернета, без их анализа и логической доработки (плагиат) не принимаются!

II. Практические занятия заканчиваются оформлением отчета (ход решения задачи и ответ по предложенному варианту, результаты).

К теме «Вода как фактор риска...»:

- таблицу источников возможного загрязнения водозаборов и соответствующих им веществ – загрязнителей;
- программу популяционного обследования населения.

К теме «Почва как фактор риска...»:

- принципиальную схему оценки почв по степени химического загрязнения;
- программу популяционного обследования населения.

К теме «Воздух как фактор риска...»:

- критерии очень высокого загрязнения атмосферного воздуха;
- программу популяционного обследования населения.

К теме «Пища как фактор риска ...»:

- схему «Классификация пищевых ксенобиотиков».

К теме «Систематизация промышленных токсикантов по их специфическому действию»:

- распределить предложенные вещества согласно заданию задачи.

К теме «Оценка экспозиции Доза-ответ»:

- референтные значения предложенных веществ и прогноз ожидаемого повреждения здоровью;
- результат интеллектуального поиска «виновных» в заболеваемости веществ-загрязнителей;
- рубрики факторов экспозиции.

К теме «Методика оценки риска...»:

- расчёт и оценка риска немедленного действия;
- расчёт и оценка хронических эффектов;
- расчёт и оценка канцерогенных эффектов;
- оценка коэффициентов опасности химических веществ.

К теме «Сравнительная оценка методов аналитической эпидемиологии»:

- схему поперечного исследования;
- схему когортного исследования;
- таблицу сравнительной оценки (по достоинствам и не-

достаткам методов, их трудоёмкости и аналитическим возможностям).

**КО ВСЕМ АУДИТОРНЫМ ЗАНЯТИЯМ ТРЕБУЕТСЯ
САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ ПОДГОТОВКА ДОМА, НАКАНУНЕ
ЗАНЯТИЯ!**

I. ВОДА КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ПРИРОДЫ

Занятие - практическое

1. Цель работы

Оценить питьевую воду как возможный фактор экологически обусловленных заболеваний. Установить соответствие между объектами техносферы и веществами, загрязняющими питьевые водозаборы. Познакомиться с критериями выбора приоритетных загрязнителей воды. Получить навык планирования популяционного обследования населения в интересах оценки риска здоровью.

2. Задание

- 2.1. **Письменно ответить** на контрольные вопросы.
- 2.2. **Провести** интеллектуальный **поиск** необходимой информации (используя рекомендуемые литературные и интернет источники). По результатам поиска **заполнить** столбец «загрязнитель» **таблицы №1** указав наиболее значимые загрязняющие воду вещества для различных объектов антропогенной деятельности.
- 2.3. Используя исходную информацию ситуационной задачи, **составить** (по предложенному преподавателем алгоритму) **проект программы** популяционного обследования населения г. Чайковского с целью выявления возможного неблагоприятного влияния на здоровье органических спиртов, являющихся приоритетными загрязнителями источника городского водоснабжения.
- 2.4. **Обсудите исполненные документы** с преподавателем, сравните их с эталонами, внесите исправления.
- 2.5. **Оформить** отчет по работе.
- 2.6. При выполнении задания рекомендуется использование дополнительных литературных источников (см. список литературы), полученных через поисковые системы интернета.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Таблица источников возможного загрязнения водозаборов и соответствующих им веществ-загрязнителей.
4. Пошаговые мероприятия, необходимые для проведе-

ния популяционного обследования населения (последний пункт должен содержать ваши рекомендации для принятия управленческих решений).

3. Контрольные вопросы

1. Перечислите основные источники загрязнения питьевой воды. Назовите загрязнения, имеющие наибольшее значение в формировании экологически обусловленных заболеваний.

2. Перечислите критерии, которыми руководствуются при определении приоритетных загрязнителей воды.

3. Напишите классификацию токсикантов воды (по рекомендации ВОЗ).

4. Каковы особенности риска для здоровья, связанного с наличием токсичных химических соединений в питьевой воде?

5. Назовите основные критерии безопасности питьевой воды.

6. Каковы проявления хронического действия на население свинца и мышьяка при их поступлении в организм с питьевой водой?

7. Какие органические химические соединения являются побочными продуктами, образующимися при очистке и обеззараживании питьевой воды? Каков реальный риск они имеют для здоровья населения?

8. Какие химические соединения – загрязнители питьевой воды являются канцерогенными для человека?

4. Таблица №1 Источники загрязнения водозаборов и адекватные им вещества-загрязнители

(заполняется в протоколе ОТЧЁТА).

Объект – источник загрязнения водозабора	Состав канализационных стоков объекта (вещества-загрязнители)
Целлюлозно-бумажная промышленность	
Нефтедобывающая и нефтеперерабатывающая промышленность	
Нефтебазы	

Цветная металлургия, горнорудные и обогатительные предприятия, металлообработка	
Угольная и горнодобывающая промышленность	
Производство синтетических волокон	
Кожевенная промышленность	
Лёгкая и пищевая промышленность	
Производство синтетического изопренового каучука	
Предприятия органического синтеза	
Городское хозяйство (муниципальные отходы)	
Сточные воды с мест захоронения промышленных и бытовых отходов	
Сточные воды сельскохозяйственных производств	
Объекты водозабора (дезсредства и побочные продукты обработки воды)	

5. Теория по теме занятия

Значительное число болезней человека связано с неудовлетворительным качеством питьевой воды и нарушениями санитарно-гигиенических норм водоснабжения. Немногие химические компоненты в воде могут привести к **острым** нарушениям здоровья, если только это не связано с экстремальным загрязнением систем при авариях. В таких случаях обычно происходят резкие изменения органолептических показателей (запах, привкус, окраска). Проблемы возникают из-за способности химических веществ оказывать неблагоприятный эффект на здоровье при длительном воздействии. Считается, что до 80% всех химических соединений, поступающих во внешнюю среду, рано или поздно попадают в природную воду с промышленными, бытовыми и ливневыми стоками.

При выборе приоритетных загрязнителей воды необходимо руководствоваться следующими критериями:

- широта распространения токсиканта в водоисточниках и питьевой воде;
- присутствие токсиканта в воде на уровнях, способных вызвать нарушение здоровья у населения;

- устойчивость вещества к воздействию факторов среды, в т.ч. водной, возможность включения его в природные процессы циркуляции и накопление в организме;

- частота и тяжесть неблагоприятного воздействия на человека;

- трансформация химического соединения в воде и/или в организме человека, приводящая к образованию более токсичных продуктов (летальный синтез);

- величина популяции, подверженной действию химического соединения.

Согласно рекомендациям ВОЗ токсиканты воды разделяют на две группы:

- вещества, концентрации которых при обработке воды на объектах водоканала не изменяются и зависят только от содержания этих веществ в водоисточниках (мышьяк, селен, цианиды, фториды, хлориды, сульфаты и др.);

- вещества, концентрации которых изменяются при прохождении воды через барьерно-распределительную систему водоканала (алюминий, кадмий, хром, свинец, ртуть, хлороформ, ЧХУ, акриламид и пр.).

Приоритетные химические загрязнители воды:

Мышьяк. Часто встречается в воде биогеохимических провинций (вымывается из горных пород). Поверхностные источники загрязняются пестицидами и гербицидами, промышленными стоками. Сам мышьяк не растворим в воде, но некоторые его соединения хорошо растворимы. Наиболее опасны трёхвалентные соединения (выбросы электростанций, металлургических производств, пестициды) – подавляют активность человеческих ферментов. Неорганические соединения более токсичны, чем органические (которые выводятся почками в первоначальном виде).

Клиническая картина отравления полиморфна:

- в начальный период наблюдается потеря аппетита, тошнота, диспепсия;

- в дальнейшем присоединяются симметричный бородавчатый кератоз ладоней и подошв, ломкость ногтей (поперечные белые полосы на ногтях), выпадение волос, интеллектуальные и речевые расстройства, депрессии, полиневриты, парезы и атрофия мышц. Концентрация мышьяка в моче 2-4 мг/л и в волосах более 4 мкг/г, свидетельствует об интоксикации. Поступление мышьяка с водой в концентрации 0,2 мг/л даёт 5% риск развития рака кожи.

Кадмий. Загрязнение экосистем от сталелитейных



заводов и промышленного сжигания отходов. В воду, как правило, он поступает в результате коррозии гальванизированных труб, из красителей полихлорвиниловых труб, стоков сталелитейной промышленности и производства пластмасс. Допустимая пероральная суточная доза – 70 мкг, смертельная – 150 мг/кг. Хроническое отравление: остеопороз и маляция (болезнь итаи-итаи), нефропатия, гипертензия, анемия, нейротоксический синдром (головные боли и кружения, тремор).

Хром шестивалентный. Вымывается из водопроводных труб, обработанных хроматами (ингибиторы коррозии). Повреждает почки, печень, ЖКТ, канцероген и обладает генотоксичностью.

Цианиды. Отходы производства акрилонитрила и метилметакрилата. Опасна концентрация в воде более 100 мкг/л. Вызывают изменения в системе крови и нарушают тканевое дыхание.

Фтор и его соединения. Встречается в геопровинциях (фтористые апатиты), загрязняют экосистемы предприятия производства алюминия, стекла и фосфорных удобрений. При недостатке – кариес. При избытке (более 1 мг/л) – флюороз, остеоартроз, поражение почек и щитовидной железы.

Селен. Эссенциальный элемент. Избыток в воде приводит к поражению ЖКТ, ногтей, волос и разрушению зубов. В геопровинциях с недостатком селена – кардиомиопатия (болезнь Кешана) и остеоартропатия (болезнь Кашина-Бека).

Свинец. Загрязнение воды из труб (трубы, арматура, припои, латунные вентили). Возможны: нефропатия, дистрофия печени, гемолиз, неврологическая симптоматика, запоры, похудение, неприятный вкус во рту, тремор. Максимально допустимое поступление для взрослых 3 мг/неделю, для детей – менее 0,1 мг/сут.

Ртуть. Органические соединения длительно циркулируют в биосфере (особенно в донных отложениях - метилртуть), высокотоксичны, кумулируются в организме. Гонадо- и эмбриотоксическое, тератогенное и мутагенное действие. Источники поступления: электротехническая и целлюлозная промышленность, сжигание топлива. Морепродукты – пищевые цепочки (коэффициент концентрирования достигает 3000): Болезнь Минамата (отравление алкилртутью). Допустимая суточная доза – 0,05мг. Концентрация в моче более 0,05-0,25 мкмоль/л – симптом микромеркуриализма (хронического отравления). Поражение центральной и вегетативной нервной системы, печени, почек, кишечника.

Алюминий. Присутствие его в воде более 0,3 мг/л свидетельствует о нарушениях процессов водоподготовки на объектах водоканала (используется в качестве коагулянта).

Тригалометаны. Образуются при хлорировании воды: хлороформ, бромдихлорметан, дибромхлорметан, бромформ. Поражают печень и почки. Концентрации 60-200 мкг/л связывают с избыточным риском заболеваемости раком.

Формальдегид. Образуется при озонировании и хлорировании воды, мигрирует из пластмассовой арматуры. Ингаляционно признан канцерогеном.

Акриламид. Мигрирует из флокулянта полиакриламида при очистке воды. Нейротоксичен (поражения ЦНС и периферической), нарушает репродуктивную функцию, мутаген, канцероген.

Ситуационная задача для выполнения самостоятельной работы

В 14 км. выше г. Чайковского по течению реки Чёрной 6 лет назад вступил в действие завод по производству изопренового каучука. Производство характеризуется формированием больших объёмов сточных вод (до 8,0 млн м³/год), содержащих значительные концентрации органических спиртов. После биологической очистки и отстаивания в прудах-накопителях сточные воды отводятся в р. Чёрную, служащую источником хозяйственно-питьевого водоснабжения города. По данным химико-аналитических исследований действующая на предприятии система очистки сточных вод недостаточно эффективна в отношении органических спиртов, являющихся трудноокисляемыми веществами. В силу этого концентрации спиртов в очищенных сточных водах и в воде источника водоснабжения в десятки и сотни раз превышали ПДК (см. таблицу 2)

Таблица 2. Концентрации спиртов в водной среде, мг/л

Спирт	Концентрация		ПДК
	в стоках	в речной воде	
Пирановый	8,3	0,55	0,001
Диоксановый	43,7	1,75	0,04
Диметилвинилкарбинол	14,7	0,22	0,006
Триметилкарбинол	17,8	0,06	0,003
Метилдигидропиран	7,7	0,0007	0,0001
Диметилдиоксан	1,94	0,015	0,0002

Установлено также, что органические спирты практически не задерживаются очистными сооружениями местной водопроводной станции (эффективность очистки 3 – 12%) и их концентрации в питьевой воде водопровода города сопоставимы с концентрациями в воде реки в месте водозабора.

Содержание органических спиртов в приземном слое атмосферного воздуха жилых районов города за многолетний период наблюдения не превышало гигиенических нормативов. Не отмечено также присутствия в местной сельскохозяйственной продукции (зелень, овощи, фрукты). Население города составляет менее 100 тыс. чел., причём значительная его часть работает на заводе с момента пуска его в эксплуатацию.

В экспериментах на лабораторных животных выявлена высокая способность спиртов к кумуляции в организме и выраженное влияние на репродуктивную функцию (гипоксия плодов, уменьшение их массы и длины, увеличение эмбриональной гибели).

Данные о заболеваемости рабочих завода, имеющиеся в его медико-санитарной части, не изучались.

Литература для подготовки к занятию

а) обязательная

Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: Учебник для ВУЗов.- М.: «Академия», 2004. – 384 с. Глава 7.

Королёв А.А. и др. Медицинская экология: Учебное пособие.- М.: «Академия», 2003.- 192 с. Глава 2.

б) дополнительная

СанПиН 2.1.4. 1074-01 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем водоснабжения.

СанПиН 2.1.4. 1110-02 Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения.



II. ПОЧВА КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ПРИРОДЫ

Занятие - практическое

1. Цель работы

Оценить почву как возможный фактор экологически обусловленных заболеваний. Познакомиться с критериями оценки степени техногенного загрязнения почв и оценочной шкалой опасности загрязнённой почвы для здоровья. Установить соответствие в логической цепи: категория загрязнения – характеристика загрязнения – возможное использование почвы – предлагаемые мероприятия. Получить навык планирования популяционного обследования населения в интересах оценки риска здоровью.

2. Задание

- 2.1. **Письменно ответить** на контрольные вопросы.
- 2.2. **Провести** интеллектуальный **поиск** необходимой **информации**. По результатам поиска **составить принципиальную схему** «Оценки почв сельскохозяйственного использования» (заполнить столбцы 2,3 и 4 таблицы №1).
- 2.3. Используя исходную информацию ситуационной задачи, **составить** (по предложенному преподавателем алгоритму) **проект программы** популяционного обследования сельского населения с целью выявления возможного неблагоприятного влияния на здоровье пестицидов, являющихся приоритетными загрязнителями почвы района проживания.
- 2.4. **Обсудите исполненные документы** с преподавателем, сравните их с эталонами, внесите исправления.
- 2.5. **Оформить** отчет по работе.
- 2.6. При выполнении задания рекомендуется использование дополнительных литературных источников (см. список литературы), полученных через поисковые системы интернета.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Принципиальная схема оценки почв.
3. Пошаговые мероприятия, необходимые для проведения популяционного обследования населения (последний пункт должен содержать ваши рекомендации для принятия управлен-

ческих решений).

3. Контрольные вопросы

1. Перечислите и объясните содержание основных показателей вредности, используемых при обосновании ПДК химических веществ в почве.

2. Назовите специальные показатели оценки химического загрязнения почвы как индикатора повреждения здоровья.

3. Какие закономерности оценки степени опасности загрязнения почвы использует наука?

4. Какие показатели степени загрязнения почвы химическими веществами органической и неорганической природы применяют?

5. По какому элементу оценивают степень загрязнения почвы в случае наличия нескольких загрязнителей (многокомпонентное загрязнение)?

6. Объясните содержание понятий *коэффициент концентрации* вещества и *суммарный показатель загрязнения*.

7. Как выглядит ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения (какова зависимость между уровнем опасности, величиной Z_c и показателями здоровья населения)?

4. Таблица №1 Принципиальная схема оценки почв

(Заполняется в протоколе ОТЧЁТА)

Категория загрязнения	Характеристика загрязнения	Возможное использование	Предлагаемые меры
1	2	3	4
Допустимая			
Умеренно опасная			
Высоко опасная			
Чрезвычайно опасная			

5. Теория по теме занятия

Опасность загрязнения почвы как фактора риска для здоровья населения определяется её функциональным использованием. Для почв сельскохозяйственного назначения наибольшую



опасность представляет переход загрязняющих веществ в выращиваемые культуры и поступление загрязнителей в местные источники водоснабжения (пестициды, агрохимикаты). В городах эта опасность связана с интенсивным загрязнением почв тяжёлыми металлами, диоксинами и нефтепродуктами (объекты энергетики, промышленные предприятия, автомобильный транспорт, многочисленные свалки). Обоснование ПДК химических веществ в почве базируется на 4-х основных показателях вредности:

- транслокационном (характеризует переход вещества из почвы в растение);
- миграционном водном (характеризует способность перехода вещества из почвы в грунтовые воды и водоисточники);
- миграционном воздушном (характеризует переход вещества из почвы в атмосферный воздух);
- общесанитарном (характеризует влияние вещества на самоочищающую способность почвы и её биологическую активность).

Оценка уровня её химического загрязнения как индикатора неблагоприятного воздействия на здоровье проводят по специальным показателям:

- коэффициенту концентрации вещества (K_c);
- суммарному показателю загрязнения (Z_c).

K_c определяется как отношение фактического содержания вещества в почве (мг/кг) к региональному фоновому его содержанию **$K_c = C / C_f$**

Z_c равен сумме коэффициентов концентраций всех имеющих загрязнителей

$Z_c = 2(K_{c1} + \dots + K_{cn}) - (n - 1)$, где n – число определяемых суммируемых веществ;

K_{ci} – коэффициент концентрации каждого компонента загрязнения.

Определение степени опасности загрязнения почвы химическими веществами следует проводить по каждому токсиканту отдельно с учетом следующих закономерностей:

- опасность загрязнения тем выше, чем в большей степени фактическое содержание загрязняющего компонента превышает величину ПДК, что может быть выражено коэффициентом $K_0 = C / ПДК$ (т.е. опасность загрязнения тем выше, чем больше K_0 превышает единицу);

- опасность загрязнения тем больше, чем выше класс опасности контролируемого вещества, его устойчивость и растворимость в воде, подвижность в почве, а также глубина загряз-

нённого слоя;

- опасность загрязнения тем больше, чем меньше буферная способность почвы, которая определяется её составом, содержанием в ней органического вещества и кислотностью почвы.

При загрязнении почвы веществом **неорганической** природы оценку степени загрязнения проводят с учётом класса опасности вещества, значения его ПДК и максимального значения допустимого уровня содержания **K_{max}** по одному из четырёх показателей вредности (табл.):

Загрязнение почвы неорганическими веществами, относящимся к различным классам опасности, в зависимости от их содержания в почве

Содержание вещества в почве, мг/кг	1-й класс	2-й класс	3-й класс
> K _{max}	Очень сильная	Очень сильная	Сильная
От ПДК до K _{max}	Очень сильная	Сильная	Средняя
От двух фоновых значений до ПДК	Слабая	Слабая	Слабая

При загрязнении почвы веществом **органического** происхождения опасность определяют, исходя из величины его ПДК и класса опасности (табл.):

Содержание вещества в почве, мг/кг	1-й класс	2-й класс	3-й класс
> 5 ПДК	Очень сильная	Очень сильная	Сильная
2-5 ПДК	Очень сильная	Сильная	Средняя
1-2 ПДК	Слабая	Слабая	Слабая

При многокомпонентном загрязнении оценку степени опасности почвы осуществляют по наиболее токсичному элементу в расчёте на его максимальное содержание в почве.

При оценке степени опасности почв загрязнённых комплексом металлов, пылью, оксидом углерода, оксидами азота, диоксидом серы используют величину суммарного показателя (см. таблицу):

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения

почв по суммарному показателю загрязнения (Z_c)

Шкала опасности	Величина Z_c	Изменения показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	Менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота заболеваемости
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, функциональными нарушениями
Чрезмерно опасная	Более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикозов беременности, числа преждевременных родов, мёртворождаемости, гипотрофии новорождённых).

Ситуационная задача для выполнения самостоятельной работы

Сельскохозяйственные районы Липецкой области не находятся в зоне неблагоприятного влияния промышленности. Население районов колеблется от 16,5 до 43,2 тыс.чел. Для достижения высоких урожаев в этих районах используются технологии широкого применения минеральных удобрений (азотных, фосфатных, калийных) и пестицидов различных химических классов: хлор- и фосфорорганических (гексохлорциклогексан, 2,4-Д, метафос, хлорофос) и ртутьсодержащих (гранозан).

В местных продуктах питания содержание остаточных количеств пестицидов обнаруживалось в 3-65% проб, в концентрациях, как правило, не превышающих максимально допустимые уровни. Население районов снабжается питьевой водой из подземных источников (артезианских скважин). В отдельных пробах питьевой воды обнаружены ГХЦГ и 2,4-Д в концентрациях ниже ПДК. Характерной особенностью подземных вод этих районов является практически полное отсутствие в них йода. В последние годы йодированная поваренная соль в торговые объекты районов области не поступает. Приоритетные факторы, могущие оказы-

вать влияние на здоровье населения, представлены в таблице.

Район	Пестицидная нагрузка, кг/га	Нагрузка минеральными удобрениями, кг/га	Пестициды в пищевых продуктах, % положительных проб
Краснинский	0,5	106,0	3,1
Воловский	1,4-2,0	123,0	27,8
Хвеленский	1,4-2,0	125,0	19,7
Добринский	2,2-2,6	158,0	64,2

По данным областной клинической больницы по сравнению со среднеобластными показателями и показателями по Краснинскому району отмечено увеличение заболеваемости детского населения Воловского, Хвеленского и, в особенности, Добринского районов по болезням органов дыхания в 1,2-2,0 раза; эндокринной системы в 1,3-6,4 раза. В этих же районах отмечено увеличение в 1,7-3,0 раза числа врождённых аномалий развития детей от 0 до 14 лет, а также в 1,2-2,4 раза увеличение осложнений беременности и родов. Кроме того, в последние годы зафиксированы иммунодефицитные состояния у детей (рост числа детей, не имеющих антител после иммунизации).

Литература для подготовки к занятию

а) обязательная

Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: Учебник для ВУЗов.- М.: «Академия», 2004. – 384 с. Глава 8.

Королёв А.А. и др. Медицинская экология: Учебное пособие.- М.: «Академия», 2003.- 192 с. Глава 5.1-5.3; 7.1.

б) дополнительная

СанПиН 2.1.7. 1287-03 Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.

МУ 2.1.7.730-99 Методические указания «Гигиеническая оценка качества почв населённых мест».

МУ 4266-87 Методические указания по оценке степени опасности загрязнения почвы химическими веществами.



III. ВОЗДУХ КАК ФАКТОР РИСКА РАЗВИТИЯ ЗАБОЛЕВАНИЙ НЕИНФЕКЦИОННОЙ ПРИРОДЫ

Занятие - практическое

1. Цель работы

Оценить воздух как возможный фактор экологически обусловленных заболеваний. Познакомиться с экологически зависимой от качества воздуха патологией и признаками очень высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха. Научиться видеть взаимосвязь между временем воздействия загрязнителей воздуха на организм и формами проявления биологических эффектов. Получить навык планирования популяционного обследования населения в интересах оценки риска здоровью.

2. Задание

- 2.1. **Письменно ответить** на контрольные вопросы.
- 2.2. **Провести** интеллектуальный **поиск** необходимой **информации**. По результатам поиска разработать критерии очень высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами.
- 2.3. Используя исходную информацию ситуационной задачи, **составить** (по предложенному преподавателем алгоритму) **проект программы** популяционного обследования населения города с целью выявления возможного неблагоприятного влияния на здоровье горожан выбросов местной ТЭЦ.
- 2.4. **Обсудите исполненные документы** с преподавателем, сравните их с эталонами, внесите исправления.
- 2.5. **Оформить** отчет по работе.
- 2.6. При выполнении задания рекомендуется использование дополнительных литературных источников (см. список литературы), полученных через поисковые системы интернета.

СОДЕРЖАНИЕ ОТЧЕТА ПО РАБОТЕ

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Критерии очень высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха химическими веществами.
3. Пошаговые мероприятия, необходимые для проведения популяционного обследования населения (последний пункт должен содержать ваши рекомендации для принятия управленческих решений).

3. Контрольные вопросы

1. Назовите а) наиболее распространённые и б) специфические загрязнители атмосферного воздуха.
2. Перечислите заболевания, характерные для населённых пунктов с высоким уровнем загрязнения атмосферы.
3. Напишите *временные* воздействия на человека загрязнителей атмосферного воздуха и соответствующие им биологические эффекты.
4. Перечислите признаки *острого* действия загрязнителей воздуха на здоровье населения и *провоцирующие* его факторы.
5. Что необходимо учесть при проведении эпидемиологической диагностики хронического действия загрязнителей воздуха на здоровье населения?
6. Какие критерии (показатели) используют для оценки влияния хронического и острого воздействия вредных химических веществ из атмосферного воздуха на здоровье населения?
7. Как определяют среднегодовую концентрацию химического вещества-загрязнителя в атмосферном воздухе?

4. Теория по теме занятия

Качество атмосферного воздуха городов во многом определяет состояние здоровья населения и является ведущим этиологическим фактором в развитии заболеваний детей, пожилых и лиц, страдающих хроническими заболеваниями органов дыхания и сердечно-сосудистой системы (на его долю приходится до 50% всех экологически обусловленных заболеваний). Основными источниками загрязнения воздуха являются промышленные предприятия и автотранспорт, а наиболее распространёнными загрязнителями – пыль (взвешенные вещества различной природы), сернистый ангидрид, окислы азота, окись углерода и углеводороды (несколько сотен химических веществ). Вместе с тем необходимо учитывать, что для каждой городской территории имеется свой, обусловленный видом промышленности на данной территории специфический набор загрязнителей, в десятки и более раз превышающих ПДК. Это могут быть: сероводород, сероуглерод, фенол, фтористый и хлористый водород, стирол, формальдегид, этилбензол, хлор, бенз(а)пирен, металлы и др. Каждое из указанных веществ имеет специфику действия на организм, чем и объясняется широкий спектр заболеваний, связанных с загрязнением воздуха: заболевания органов дыхания (в т.ч.

бронхиальная астма), заболевания ССС и ЖКТ, болезни крови и кроветворных органов, конъюнктивит, болезни кожи, нервной системы, эндокринные заболевания, новообразования, аллергозы, врожденные аномалии развития, осложнения беременности и родов.

Характер действия загрязнителей воздуха на организм по времени воздействия и по форме проявления эффекта выглядит так:

- *острое* действие (избыточная смертность, повышенная обращаемость за неотложной помощью);
- *отдаленное* действие (канцерогенное, мутагенное);
- *хроническое* действие (специфическое: асбестоз, флюороз, бериллиоз; неспецифическое: накопление загрязнителей в органах и тканях, снижение иммунного статуса, заболеваемость).

Признаки острого действия:

- неожиданно высокий против обычного уровня обращаемости населения города или его района за скорой помощью по поводу резкого ухудшения здоровья;
- избыточная смертность среди населения города, чаще среди лиц, имеющих в анамнезе хронические заболевания органов дыхания и ССС;
- ограниченность во времени возникновения указанных явлений (3-10 дней).

Провоцирующими факторами острого действия являются: резкие изменения погодных условий (температурная инверсия, штиль, туман, устойчивый ветер со стороны промышленной зоны).

Хроническое специфическое действие вызывают загрязнители: фтор, асбест, ФОС, белок-паприн, бериллий, марганец и др. металлы. Оно проявляется у населения, не связанного с профессиональной деятельностью, но проживающего в зонах промпредприятий (чем дальше – тем меньше!) В ходе эпидемиологической диагностики необходимо узнать:

- какое вещество (вещества) поступает в атмосферный воздух с выбросами расположенного на подветренной территории предприятия (данные регионального центра Роспотребнадзора);
- какая профессиональная патология преобладает на том или ином промышленном предприятии;
- каков характер специфического действия загрязнителя и с каким предприятием это связано (например: в зоне выбросов алюминиевого или криолитового завода, развивается флюороз; титаномагниевого комбината – бериллиоз, рак лёгких; произ-



водство белка вызывает аллергозы, бронхиальную астму; асбест – асбестоз, рак лёгких, мезотелиомы).

Хроническое неспецифическое действие при длительном влиянии факторов малой интенсивности в основном вызывает предпатологические состояния физиологические и биохимические (накопление загрязнителей в органах и тканях), изменения в иммунной системе (снижение резистентности, сенсibilизация к тем или иным химическим веществам). Формируются предрасположенность к системным заболеваниям (бронхиты с астматическим компонентом) и аллергические заболевания и состояния.

Оценку хронического воздействия загрязнённого воздуха осуществляют на основе **среднегодовых концентраций** и их верхних границ 95%-х интервалов, которые рассчитывают как среднее значение из 20-минутных разовых проб (данные не менее чем за три года). Для оценки острых воздействий в расчёте используют **максимальные** значения **концентраций** и их 95%-й проценталь.

В среднем каждый человек, проживающий в городе с очень высоким уровнем загрязнения воздуха *взвешенными частицами*, теряет приблизительно 4 года жизни. При возрастании концентрации NO_2 на каждые 10 мкг/м^3 происходит увеличение продолжительности приступов бронхиальной астмы на 6,5%, частоты заболеваний нижних дыхательных путей на 6,6%, верхних дыхательных путей на 3,8%. Острое воздействие *диоксида серы* (до трёх дней) приводит к возрастанию показателя общей смертности на 0,6% при повышении его среднесуточной концентрации на каждые 10 мкг/м^3 . Загрязнение атмосферного воздуха в целом по городам России является причиной примерно 40 тысяч дополнительных смертей в год.

Методика расчёта уровня риска для здоровья от загрязнённого воздуха будет рассматриваться на последующих занятиях.

Ситуационная задача для выполнения самостоятельной работы

В г. Александрове 14 лет назад на северо-восточной окраине города было осуществлено строительство крупной ТЭЦ, работающей на каменном угле. По данным центра медицинской статистики города за последние 5-6 лет существенно возросла общая заболеваемость населения по сравнению со среднеобластными показателями. Анализ роста заболеваемости свидетельству-



ет о его положительной динамике. В структуре заболеваемости отмечается увеличение заболеваний дыхательной системы (43-52%), злокачественными новообразованиями (21-26%), в том числе у лиц молодого возраста (18-26 лет); заболеваний кровеносной системы в первую очередь у детей (28-35%). Высказано предположение об отрицательном влиянии на ситуацию выбросов ТЭЦ о чём свидетельствуют следующие данные:

1. В городе, кроме ТЭЦ, отсутствуют сколько-нибудь значительные промышленные предприятия.

2. Интенсивность движения автотранспорта в 3-4 раза ниже показателей областного центра.

3. Ветры северо-восточного румба наблюдаются в районе города от 56 до 75 дней в году.

4. Среднегодовые концентрации загрязнений в приземном слое атмосферы города превышают ПДК даже на значительном расстоянии от ТЭЦ (табл.1).

5. В городской почве на расстоянии до 4-х км от ТЭЦ содержание таких металлов как Pb, Cd, Zn, Cu, Be, Co, Ni, превышают фоновый уровень в 17-42 раза.

Таблица 1

Среднегодовые концентрации загрязнений в приземном слое атмосферы города, мг/м³

Вещество	Концентрация на высоте, км			ПДК
	1	2,5	4,7	
Взвешенные вещества (летучая зола)	0,87	0,34	0,18	0,15
Оксид углерода	5,0	5,0	3,0	3,0
Сернистый ангидрид	0,35	0,15	0,06	0,05
Двуокись азота	0,27	0,09	0,05	0,04

Литература для подготовки к занятию

- а) обязательная
Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: Учебник для ВУЗов.- М.: «Академия», 2004. – 384 с. Глава 6.
Королёв А.А. и др. Медицинская экология: Учебное пособие.- М.: «Академия», 2003.- 192 с. Глава 1.
- б) дополнительная
ГОСТ 12.1.005-88 Воздух рабочей зоны.
ГН 2.2.5.1313-03; 2.2.5. 1314-03.

IV. СИСТЕМАТИЗАЦИЯ ПРОМЫШЛЕННЫХ ТОКСИКАНТОВ ПО ИХ СПЕЦИФИЧЕСКОМУ ДЕЙСТВИЮ НА ОРГАНИЗМ

Занятие семинарское

I. Учебные вопросы занятия

1. Основы биохимической токсикологии.
2. Основы промышленной токсикологии.
3. Систематизация токсикантов по их специфическому действию на организм.

II. Темы рефератов, докладов, сообщений

- 1) Токсикодинамика как раздел токсикологии (механизмы формирования токсического эффекта на различных уровнях организма человека).
- 2) Токсикокинетика как раздел токсикологии (кинетические закономерности процессов всасывания, распределения и элиминации ядов в организме).
- 3) Факторы риска, ответственные за возникновение рака у человека. Классификация доказанных канцерогенов.

III. Литература для подготовки к занятию

а) обязательная:

Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: Учебник для ВУЗов.- М.: «Академия», 2004. – 384 с. Глава 10.

Зименко В.А. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности в схемах и таблицах: учеб. пособие, ДГТУ, 2013 (с.156-174).

б) дополнительная:

Руководство Р 2.2.2006 – 05 Раздел «Специфическое действие химических веществ».

Интернет ресурсы.

IV. Методические указания студентам по подготовке к семинару

При подготовке к **первому учебному вопросу** необходимо:

- изучить основные понятия токсикологии (с. 132-134 посо-



бия В. Зименко);

- **записать** в рабочую тетрадь факторы, от которых зависит токсичность чужеродного химического вещества, попавшего в организм, стадии формирования токсического эффекта;

- понять, что такое летальный синтез и детоксикация;

- разобраться, какие параметры внутренней среды организма влияют на судьбу токсиканта и степень его токсичности; как осуществляется транспорт яда через клеточные мембраны; как яд распределяется по организму и выводится из него в зависимости от пути поступления в организм (рис. 5.2. пособия);

- **записать** в рабочую тетрадь «депо» токсикантов в организме;

- **записать** в тетрадь процессы, относящиеся к I и II фазам биотрансформации яда в организме;

- **зарисовать** в тетрадь варианты комбинированного действия токсикантов на организм (рис. 5.5 пособия).

При подготовке **ко второму учебному вопросу:**

- обратите внимание на подходы, которые использует промышленная токсикология в классификации токсикантов и запишите в тетрадь все классификации вредных химических веществ;

- **запомните**, как разделяются токсиканты (на сколько классов опасности) в зависимости от их ПДК в воздухе рабочей зоны;

- **запишите** в тетрадь классификацию способности химических веществ к накоплению в организме по величине коэффициента кумуляции.

При подготовке к **третьему учебному вопросу:**

- ознакомьтесь с приложениями №1-№6 учебного пособия В. Зименко;

- **запишите** виды специфического действия химических веществ на организм (названия приложений);

- **запишите** универсальное уравнение для веществ однонаправленного действия (с. 156 пособия) отношения концентраций веществ к их ПДК;

- обратите внимание на знакомые вам группы веществ или вещества, способные вызвать острое отравление, вызывающие раздражение дыхательных путей, относящиеся к канцерогенам, опасные для репродуктивного здоровья, обладающие аллергическим действием, вещества, для которых должно быть исключено вдыхание или попадание на кожу.

Ситуационная задача

Используя приложения (№1-№6) учебного пособия систематизируйте нижеприведенные химические вещества по их специфическому действию на организм (**заполните таблицу**).

Химические вещества:

бензол, марганец в сварочном аэрозоле, мышьяк, ацетон, ртуть, свинец и его неорганические соединения, бериллий и его соединения, 2,4-Динитро-1-хлорбензол, кобальт и его неорганические соединения, хром-2-6-дигидрофосфат, эстрон, кодеин, морфин гидрохлорид, бром, озон, углерод оксид, витамины, синтетические моющие средства, эпоксидная смола, пыль растительного и животного происхождения, фенолформальдегидные смолы, антибиотики, аммиак, гипс, сера диоксид, формальдегид, фтор, щавелевая кислота, асбестопородные пыли, кадмий и его соединения, масла минеральные нефтяные, никель и его соединения, сажи черные, хрома шестивалентного соединения.

Таблица для заполнения

Вещества, опасные для развития острого отравления	Канцерогены	Вещества, опасные для репродуктивного здоровья	Аллергены высокоопасные	Аллергены умеренно опасные	Вещества, для которых должны быть исключены вдыхание и попадание на кожу

V. ОЦЕНКА ЭКСПОЗИЦИИ ОПАСНОСТИ (ЗАВИСИМОСТИ «ДОЗА – ОТВЕТ»)

Занятие - практическое

1. Цель работы

Получить навык количественной и качественной характеристики токсикологической информации и установления связи между воздействующей дозой загрязняющего вещества и случаями вредных эффектов в экспонируемой популяции.

2. Задание

- 2.1. **Письменно ответить** на контрольные вопросы.
- 2.2. **Провести** интеллектуальный **поиск** необходимой информации (используя рекомендуемые литературные и интернет источники).
- 2.3. Используя исходную информацию ситуационных задач №№1, 2 и 3, выполнить требуемые в задачах действия (по предложенному варианту).
- 2.4. Под руководством преподавателя **обсудите полученные результаты в учебной группе**, сравните их с эталонами, внесите исправления.
- 2.5. **Оформить** отчет по работе.
- 2.6. При выполнении задания рекомендуется использование дополнительных литературных источников (см. список литературы), полученных через поисковые системы интернета.

Содержание отчета по работе

1. Цель работы.
2. Ответы на контрольные вопросы.
3. Таблица возможных острых ингаляционных воздействий (задача №1).
4. Таблицы возможного хронического ингаляционного воздействия и хронического перорального поступления (задача №2).
5. Перечень *рубрик* рекомендуемых факторов экспозиции с обоснованием логики установленных величин стандартных значений факторов (задача №3).

3. Контрольные вопросы

1. Раскройте содержание понятия агрегированный риск (комплексное поступление).

2. Раскройте содержание понятия «Вредный эффект для здоровья».
3. Раскройте содержание понятия «Доза».
4. Что такое «зависимость доза – ответ»? (см. Руководство, раздел 3.1)
5. Что такое «зависимость доза – эффект»?
6. Что такое «зависимость экспозиция – ответ»?
7. Раскройте содержание понятия «Коэффициент опасности».
8. Раскройте содержание понятия «Индекс опасности».
9. Что предусматривает анализ зависимости «доза-ответ»? (см. Руководство, разделы 5.1; 5.2)
10. Что такое критический орган/система?
11. Сколько видов оценки эффекта от воздействия на организм различают и как называются эти виды оценки (виды рисков)?
12. Запишите стандартные формулы для расчёта средней суточной дозы химического вещества, поступающего в организм с а) питьевой водой, б) атмосферным воздухом или в) пищевыми продуктами. Какие значения факторов экспозиции при этом используются?

4. Теория по теме

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

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 повышении чувствительности к воздействию других факторов среды.

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

Коэффициент опасности – отношение воздействующей дозы (или концентрации) вещества к его безопасному (референтному)

уровню воздействия.

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

В расчётах суточных доз (величина поступления) при ингаляционном воздействии веществ с атмосферным ВОЗДУХОМ используются (приложение 3.1 руководства Р 2.1.10.1920-04) такие параметры как: концентрация вещества в атмосферном воздухе и воздухе жилища, время проведённое вне внутри помещений, скорость дыхания вне и внутри помещений, частота и продолжительность воздействия, масса тела и период осреднения экспозиции. В расчётах суточных доз при пероральном поступлении вещества с питьевой водой используются (приложение 3.2 руководства Р 2.1.10.1920-04) такие параметры как: концентрация вещества в воде, величина водопотребления, частота и продолжительность воздействия, масса тела, период осреднения экспозиции. В расчётах суточных доз поступления химических веществ с пищевыми продуктами (метод индивидуального потребления) используются (приложение 3.8 руководства Р 2.1.10.1920-04) такие параметры как: поступление вещества с рационом питания, концентрация вещества в конкретных пищевых продуктах, масса потреблённого продукта в день, доля местных, потенциально загрязнённых продуктов в суточном рационе, масса тела. В расчётах суточного поступления веществ из почвы используют сложные методики, учитывающие такие явления как испарение, эмиссия пылевых частиц, ингаляционное поступление, пероральное поступление (приложения 3.11-3.14 руководства Р 2.1.10.1920-04).

Ситуационная задача №1

- 1) **Оценить** реальные концентрации химических веществ, для **острого ингаляционного** воздействия (вариант I, II или III).
- 2) Методом интеллектуального поиска **установить референтные** концентрации этих веществ и критические органы для них (*заполнить столбец 2 таблицы*).
- 3) **Сделать прогноз** ожидаемого повреждения здоровья работников (*заполнить столбец 4 таблицы*).

4) Обсудить ход решения с учебной группой.

Вариант I

Вещество	Референтная концентрация, мг/м ³	Реальная концентрация (ПДК мр) мг/м ³	Критические органы/системы
Ацетон		63	
Акрилонитрил		0,5	
Ксилол		5,0	
Метанол		30,0	
Толуол		8,0	

Вариант II

Вещество	Референтная концентрация, мг/м ³	Реальная концентрация (ПДК мр) мг/м ³	Критические органы/системы
2 метоксиэтанол		0,01	
Сурьма		0,0003	
Этиленгликоль		2,0	
Тетрахлорэтилен		2,5	
Уран генсафторид		6,0	

Вариант III

Вещество	Референтная концентрация, мг/м ³	Реальная концентрация (ПДК мр) мг/м ³	Критические органы/системы
Аммиак		0,6	
Селен		0,003	
Фенол		8,0	
Формальдегид		0,05	
Эпихлоргидрин		9,0	

Ситуационная задача №2

В результате **хронического ингаляционного** воздействия вредных веществ (*вариант №1*) и **хронического перорального** поступления (*вариант №2*) произошло нарушение здоровья работников.

Методом интеллектуального поиска (*Приложение №2 Р 2.1.10.1920-04*) **установите** загрязнитель – «виновник» заболевания (не менее 10 веществ) в каждом конкретном случае.

Вариант I

Поражение (заболевание)	Вредный фактор, способный вызвать подобный биологический эффект
Нарушение репродуктивной функции (поражение семенников)	
Поражение щитовидной железы	
Поражение эпителия носовой полости	
Рак	
Поражение крови	

Вариант II

Поражение (заболевание)	Вредный фактор, способный вызвать подобный биологический эффект
Поражение печени	
Поражение селезёнки	
Поражение почек	
Поражение ЦНС	
Поражение мочевого пузыря	

Ситуационная задача №3

- 1) Используя Приложение №1 Руководства Р 2.1.10.1920-04 **запишите** в Отчёт **рубрики** рекомендованных факторов экспозиции.
- 2) После ознакомления с содержанием каждой рубрики и стандартными значениями факторов **выявите логику** в установленных величинах факторов (почему именно столько?)
- 3) Обсудите выводы в учебной группе.

Литература для подготовки
а) основная

Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: Учебник для ВУЗов.- М.: «Академия», 2004. – 384 с. Глава 5.

б) дополнительная

Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ ... Р 2.1.10.1920-04, глава 5.

VI. ПИЩА, КАК ФАКТОР РИСКА НЕИНФЕКЦИОННЫХ ЗАБОЛЕВАНИЙ

Занятие семинарское

I. Учебные вопросы занятия

1. Пищевые ксенобиотики (понятие, классификация, источники и пути поступления в организм человека).
2. Ксенобиотики эндогенные. Возможные заболевания от употребления в пищу.
3. Ксенобиотики – контаминанты. Нарушения здоровья при их употреблении.
4. Факторы экспозиции, для оценки суточной дозы поступления вещества в организм с пищей (отдельно для индивидуального метода потребления и для бюджетного метода).

II. Темы рефератов, докладов, сообщений

идентичны учебным вопросам №1, 2 и 3.

III. Литература для подготовки к занятию

а) обязательная:

Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: Учебник для ВУЗов.- М.: «Академия», 2004. – 384 с. Глава 9.

Зименко В.А. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности в схемах и таблицах: учеб. пособие, ДГТУ, 2013 (с.62- 63).

Королёв А.А. и др. Медицинская экология: Учебное пособие.- М.: «Академия», 2003.- 192 с. Глава 7.

б) дополнительная:

Руководство Р 2.1.10.1920-04, Приложения 3.8 и 3.9.
Интернет ресурсы.

IV. Методические указания по подготовке к семинару

При подготовке к **первому учебному вопросу** необходимо:

- **изучить** общие вопросы по теории ксенобиотиков в целом и по **пищевым** ксенобиотикам в частности;

При подготовке **ко второму и третьему учебным во-**

просам:

- **зарисуйте** в тетрадь классификацию ксенобиотиков (рисунк 3.3. Пособия В.А. Зименко); по материалам главы 7 Пособия А.А. Королёва **уясните** возможную «пищевую патологию»; **ознакомьтесь** с Санитарными Правилами РФ по использованию пищевых добавок (интернет ресурс).

При подготовке к **четвёртому учебному вопросу:**

- **ознакомьтесь** с приложениями № 3.8 и 3.9 Руководства Р 2.1.10.1920-04 ;

- **запишите в тетрадь** формулу для оценки суточной дозы химических веществ, поступающих с пищей;

- **уясните разницу** в перечне факторов экспозиции для индивидуального и бюджетного методов.

VII. СРАВНИТЕЛЬНАЯ ОЦЕНКА МЕТОДОВ АНАЛИТИЧЕСКОЙ ЭПИДЕМИОЛОГИИ

Занятие семинарское

I. Учебные вопросы занятия

1. Критерии А.Хилла (доказательство причинного характера связи).
2. Схема поперечного исследования.
3. Схема когортного исследования.
4. Интеллектуальный поиск и заполнение таблицы «Сравнительная оценка аналитических методов».

II. Темы рефератов, докладов, сообщений

1. Биомониторинг как составная часть эколого-эпидемиологической работы.
2. Связь системы контроля качества окружающей среды и системы управления на основе оценки риска в РФ.

III. Литература для подготовки к занятию

а) обязательная:

Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: Учебник для ВУЗов.- М.: «Академия», 2004. – с. 72-92.

б) дополнительная:

Королёв А.А. и др. Медицинская экология.- М.: Академия, 2003, гл. 5.

Интернет ресурсы.

IV. Методические указания студентам по подготовке к семинару

При подготовке к **первому учебному вопросу** необходимо:

- **изучить** классификацию и «толкование» критериев А. Хилла.
- **уяснить**, какие действия должны (во времени) предшествовать установлению причинности явления.

При подготовке **ко второму учебному вопросу:**

- **уяснить разницу** в продольных и поперечных эпидемиологических исследованиях;

Экологическая эпидемиология

- **начертить** в тетради **схему** поперечного исследования и понять её логику.

При подготовке к **третьему учебному вопросу**:

- **начертить** в тетради **схему** продольного (когортного) исследования и понять её логику.

При подготовке к **четвёртому учебному вопросу**:

методом интеллектуального поиска заполнить представленную ниже таблицу.

Сравнительная оценка аналитических методов

Метод исследования	Достоинства метода	Недостатки метода	Трудоёмкость метода	Аналитические возможности (назначение) метода
Когортное (проспективное) исследование				
Исследование «Случай-контроль»				
Поперечное (одномоментное) исследование				

При подготовке реферативного сообщения №1.

Обратить внимание на: классификацию биологических маркеров, их возможности, необходимость стандартизации, официальные нормативы оцениваемых на сегодняшний день веществ-токсикантов в биосредах.

При подготовке сообщения №2.

Целесообразно материал представить в виде таблицы

Система контроля качества окружающей среды	Система управления на основе оценки риска
Механизм управления Критерии безопасности Классификации опасных веществ Оценка по факторам, средам и путям поступления и пр.	

VIII. ФИЗИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ КАК ПРИЧИНА ВОЗМОЖНОЙ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ПАТОЛОГИИ НАСЕЛЕНИЯ

Занятие семинарское

I. Учебные вопросы занятия

1. Прямые и модифицирующие биологические эффекты физических факторов техносферы.
2. Условия «эффективных» отрицательных воздействий на население вибро-акустических, электромагнитных, магнитных, электрических полей и ионизирующих излучений.

II. Темы рефератов, докладов, сообщений

- 4) Биологические эффекты от воздействия шума, инфразвука и вибрации. Гигиенические нормативы воздействия.
- 5) Биологические эффекты от ионизирующего излучения. Гигиенические нормативы воздействия.
- 6) Биологические эффекты от воздействия ЭМИ радиочастотного диапазона и магнитных полей. Гигиенические нормативы.

III. Литература для подготовки к занятию

а) обязательная:

Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: Учебник для ВУЗов.- М.: «Академия», 2004. – 384 с. Глава 11.

Зименко В.А. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности в схемах и таблицах: учеб. пособие, ДГТУ, 2013, глава 3.5.

Королёв А.А. и др. Медицинская экология.- М.: Академия, 2003, гл. 4.

б) дополнительная:

СН 2.2.4/2.1.8. 562-96

СН 2.2.4/2.1.8. 566-96

СанПиН 2.2.4.1191-03

Приказ МЗ и СР РФ от 27.04.2012 № 417н.

Интернет ресурсы.

IV. Методические указания студентам по подготовке к семинару

При подготовке к **первому учебному вопросу** необходимо:

- **изучить** «механизмы поломки» организма человека (на субклеточном, клеточном и органном уровне) при воздействии указанных физических факторов;
- **познакомиться** с Перечнем профессиональных заболеваний (класс II);
- **уяснить**, что такое модифицирующие болезнь эффекты.

При подготовке ко **второму учебному вопросу** необходимо:

- изучить обязательные условия биологической эффективности указанных физических факторов (возможные источники, расстояние до источников, возможные «вмешивающиеся» факторы, экспозиция).



IX и X. МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ (КЕЙС-ТЕХНОЛОГИЯ)

1. Введение в оценку риска для здоровья населения (ТЕОРИЯ ВОПРОСА)

Для осуществления профессиональной деятельности специалисту по техносферной безопасности необходимо знать основные компоненты оценки риска для здоровья человека, уметь определить риски немедленных, хронических и канцерогенных эффектов, ранжировать территории по степени опасности, прогнозировать последствия вредного воздействия на здоровье населения и обосновывать необходимость проведения природоохранных мероприятий.

Оценка ущерба здоровью человека является одним из приоритетных направлений экологии человека и инструментом обоснования управленческих решений [7]. Здоровье человека определяется сложным воздействием целого ряда факторов: наследственностью, образом и качеством жизни, качеством окружающей среды и др. Вклад экологических факторов в риск развития нарушений здоровья населения непостоянен и зависит от вида анализируемых нарушений, конкретных географических, экономических и других особенностей исследуемого региона [4]. Установление связи между воздействием факторов окружающей среды и состоянием здоровья населения относится к числу наиболее актуальных проблем экологических и медицинских наук.

Согласно Руководству Р 2.1.10.1920-04 существуют понятия риска для здоровья и риска нарушения санитарно-эпидемиологического благополучия населения [8].

Под риском для здоровья понимается вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания.

Риск нарушения санитарно-эпидемиологического благополучия населения – вероятность негативных изменений состояния здоровья населения или состояния здоровья будущих поколений, а также нарушений благоприятных условий жизнедеятельности человека (включая ухудшение условий и качества жизни, возникновение дискомфортных состояний и др.), обусловленная воздействием факторов среды обитания. Данное понятие имеет комплексный характер и включает в себя не только собственно



риск здоровью, но и другие виды рисков (например, снижения качества жизни; развития дискомфортных состояний, непосредственно не связанных с изменениями практического здоровья человека и т. д.).

Установление причинно-следственных связей между состоянием здоровья и средой обитания человека осуществляется на основе социально-гигиенического мониторинга, одним из системообразующих элементов которого является оценка риска.

Социально-гигиенический мониторинг – государственная система наблюдения, анализа, оценки и прогноза состояния здоровья населения и среды обитания человека, а также определения причинно-следственных связей между состоянием здоровья населения и воздействием факторов среды обитания человека [8].

Преимущество подхода, основанного на методологии оценки риска здоровью, заключается в возможности анализа ретроспективной и прогнозирования перспективной ситуации [2]. Значения риска могут служить адекватным основанием для принятия оперативных управленческих решений в области защиты здоровья населения от неблагоприятного воздействия окружающей среды. Методология оценки риска здоровью позволяет проводить сравнения, осуществлять адекватный выбор решений, включая технико-экономическое обоснование, что обеспечит лучший социально-экономический эффект.

Государственная система управления риском в обществе включает в себя следующие основные принципы [2]:

1 Стратегическая цель управления риском – стремление к обеспечению роста благосостояния общества при обязательном положительном балансе «выгода-ущерб».

2 Тактическая цель управления риском – стремление к увеличению средней продолжительности предстоящей жизни, в течение которой человек может вести полноценную жизнь в состоянии физического, душевного и социального благополучия.

3 Управление риском может быть эффективным и последовательным в том случае, если при этом будет проводиться учет всех факторов, потенциально опасных для здоровья человека.

4 Политика в области управления риском должна реализовываться в рамках строгих ограничений воздействия на природные экосистемы.

Согласно А.П. Щербо, А.В. Киселеву и др., **оценка риска** складывается из следующих этапов: идентификация опасности, оценка экспозиции, оценка зависимости «доза-эффект», характеристика риска [3].



Идентификация опасности подразумевает учет факторов, способных оказать неблагоприятное воздействие на здоровье человека. В ходе первого этапа оценки риска должны быть получены ответы на вопросы:

– Какие факторы (химические вещества, физические воздействия и пр.), присутствующие в окружающей среде исследуемого района, могут вызвать неблагоприятные для здоровья эффекты?

– Какое неблагоприятное воздействие могут оказать эти факторы?

– Какая новая информация необходима для суждения об опасности этих факторов?

При выполнении работ по идентификации опасности принято выделять теоретический и практический аспекты. Теоретический аспект включает методологию установления тех признаков или свойств химических веществ, которые позволяют отнести их к вредным для здоровья человека факторам. Практический аспект заключается в рассмотрении принципов выбора из всего многообразия загрязнения конкретного вредного агента или группы веществ для проведения исследований по оценке риска в определенном регионе. Применительно к практической деятельности этот этап работы подразумевает инвентаризацию промышленных выбросов в объекты окружающей среды, учет и регистрацию химических веществ, используемых в промышленных и других целях [3].

Оценка экспозиции – это получение информации о реальных дозовых нагрузках на население. Под оценкой экспозиции, как правило, понимают процесс измерения количества агента в конкретном объекте среды обитания, находящееся в соприкосновении с «пограничными» органами человека (легкие, желудочно-кишечный тракт, кожа) в течение какого-либо точно установленного времени, сопровождающейся оценкой частоты, продолжительности и путей воздействия агента на организм.

Наиболее важными шагами при оценке экспозиции являются:

– уточнение вероятных источников загрязнения окружающей среды;

– оценка маршрутов воздействия с учетом качественных и количественных изменений при переносах токсичного агента;

– анализ вероятных путей контакта (поступления) агента с организмом человека;

– анализ частоты и про- должительности воздействия;



- определение количественных характеристик экспозиции (концентрации, дозы);
- идентификации групп населения, подвергающегося воздействию, с учетом возраста, пола, образа жизни, профессионального, социального статуса и пр.

При выполнении данного этапа работ следует сочетать лабораторные и расчетные методы. Лабораторные измерения, выполненные в соответствии с нормативными требованиями, могут дать объективную информацию о загрязнении окружающей среды. Расчетные методы позволяют построить модель загрязнения окружающей среды с возможностью её оценки в любой точке изучаемого пространства.

Для оценки загрязнения атмосферы рассчитываются кратности превышения среднесуточных и максимально разовых предельно допустимых концентраций (ПДК). Комплексная оценка уровня загрязнения воздуха осуществляется с помощью индекса загрязнения атмосферы (ИЗА) и комплексного показателя Р [3].

Надежным источником получения информации о реальных и потенциальных дозовых нагрузках является разумная комбинация лабораторных и расчетных методов на основе единого информационного пространства, основой для которого могут стать муниципальные геоинформационные системы [3].

Оценка зависимости «доза-эффект». Негативные эффекты воздействия вредных веществ на организм человека делятся на хронические и острые. Хронические эффекты, в свою очередь, делятся на канцерогенные и неканцерогенные. Для оценки «доза-эффект» необходимо знать **фактор наклона** (если вещество является канцерогеном), **предельно допустимые и референтные концентрации, классы опасности и лимитирующий показатель вредности вещества.**

Оценка воздействия загрязнения атмосферы на здоровье населения осуществляется с помощью следующих методов:

- 1 оценка риска рефлекторных эффектов (немедленного воздействия);
- 2 оценка риска хронических эффектов (хронической интоксикации);
- 3 оценка риска канцерогенных эффектов.

Целью третьего этапа является выявление количества людей, способных проявить негативные реакции на воздействие конкретного неблагоприятного фактора, действующего с определенной силой и в заданный промежуток времени [3].

Характеристика риска включает количественные ве-

личины риска, анализ и характеристику неопределенностей, и обобщение всей информации по оценке риска.

Существуют четыре основных источника неопределенности:

- неопределенность, вызванная проблемами статистической выборки;
- неопределенность в моделях «доза-эффект», особенно на уровнях доз малой интенсивности;
- неопределенность, связанная с формированием исходной выборки баз данных;
- неопределенность, вызванная неполнотой совпадения с реальностью использованных моделей.

На данном этапе проводится оценка масштаба ожидаемого вредного эффекта для популяции в целом. Дается качественная и количественная характеристика риска, выделяются приоритетные вещества и источники загрязнения для последующего управления риском. Определяется степень приемлемости риска и зонирование территории по уровню опасности.

2. Оценка риска для здоровья населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха в г. Новокузнецке

Анализ статистических данных свидетельствует о связи заболеваемости населения Российской Федерации с действием неблагоприятных факторов окружающей среды. Среди множества факторов, формирующих здоровье населения, огромную роль играет состояние городской среды. Вклад антропогенных факторов в формирование различных патологий может колебаться от 10 до 60 % в зависимости от места и условий проживания [5].

В начале XXI века г. Новокузнецк, население которого составляет 560 тыс. человек, продолжает развиваться как крупный центр черной и цветной металлургии, энергетики, угольной и др. отраслей промышленности. Сосредоточение большого количества промышленных предприятий в сочетании с особенностями метеорологических условий и рельефа привело к тому, что г. Новокузнецк относится к числу наиболее загрязненных городов Российской Федерации. С 2004 по 2008 годы ежегодные валовые выбросы в атмосферу снизились на 52,5 тыс. тонн. За пять лет выбросы от стационарных источников сократились с 456,1 до 388,2 тыс. тонн в год, а от передвижных возросли в 1,3 раза. Несмотря на

рост техногенных эмиссий от автотранспорта, они составляют только 14 % от валовых выбросов в атмосферу города.

Наблюдение за загрязнением атмосферы осуществляется на 8 стационарных постах Новокузнецкой гидрометобсерватории. В воздухе всех административных районов города учитывается присутствие взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, диоксида азота, оксида азота, сероводорода, фенола, сажи, фторида водорода, аммиака и формальдегида.

Для идентификации опасности были проанализированы данные гидрометобсерватории с 2004 по 2008 гг. Определены среднегодовые и максимально разовые концентрации, средние и средние из максимальных концентраций за период наблюдения (приложение А).

Наиболее существенно за период наблюдения (в 1,6 раза) снизились выбросы аммиака и фенола. Средние за пять лет концентрации этих веществ находятся в пределах их гигиенических нормативов. Средние из максимальных концентраций аммиака превышают ПДК в Центральном районе, а фенола – во всех районах города. Одним из наиболее опасных загрязнителей атмосферного воздуха городов являются взвешенные вещества, воздействие которых снижает продолжительность жизни каждого из жителей Европы на 8,6 месяцев [7]. Хроническое воздействие взвешенных частиц в воздухе 193 российских городов на более чем 53 млн. экспонируемых человек может приводить к преждевременной смерти 123257 лиц в возрасте старше 30 лет [6]. В г. Новокузнецке за пятилетний период выбросы твердых частиц снизились на 15,3 тыс. тонн. Тем не менее, высокие концентрации взвешенных веществ наблюдаются во всех районах города. Особенно значительное превышение среднесуточных и максимально разовых нормативов по взвешенным веществам выявлено в Кузнецком районе.

В России воздействие оксидов азота ежегодно вызывает увеличение преждевременной смертности на 66617 человек из 110 миллионов подвергающихся воздействию [6]. В г. Новокузнецке концентрация диоксида азота превышает гигиенические нормативы во всех районах города. Выбросы в атмосферу оксида углерода сократились на 32 тыс. тонн. Среднегодовые концентрации данной примеси находятся в пределах ПДК, а максимальные их превышают. Содержание сернистого газа в воздухе города не превышает ПДК.

На долю формальдегида в России приходится 4770 случаев онкологических заболеваний в год при численности населе-

ния, страдающего от его воздействия более 43 млн. человек. На долю сажи приходится 1998 случаев онкологических заболеваний в год при численности экспонируемого населения 14 млн. человек [6]. Средняя концентрация формальдегида в г. Новокузнецке превышает допустимую норму в 4,5 раза, средняя из максимальных концентраций в 3,4 раза. Высокие концентрации формальдегида наблюдаются во всех районах города. Среднегодовые концентрации сажи изменяются в пределах от 0,008 мг/м³ до 0,038 мг/м³, не превышая ПДК.

Объектами наблюдения, для которых осуществлялась оценка экспозиции, были выбраны административные районы города. Для комплексной оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха рассчитывался показатель Р, стандартизация коэффициентов превышения ПДК осуществлялась по 3 классу опасности. Результаты оценки уровня загрязнения атмосферы представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Суммарное загрязнение атмосферного воздуха районов г. Новокузнецка

Район	Показатель Р	
	Среднегодовая концентрация	Максимальная концентрация
Центральный	7,0	84,4
Заводской	5,3	49,5
Кузнецкий	6,5	54,4
Куйбышевский	9,9	70,3
Новоильинский	7,5	73,3
Орджоникидзевский	6,5	62,6

Во всех районах города уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как опасный. При этом наиболее высокий уровень загрязнения по среднегодовым концентрациям присутствует в Куйбышевском районе, по максимальным концентрациям – в Центральном районе.

Для оценки зависимости «доза-ответ» рассчитывались следующие виды риска: канцерогенный, немедленного действия, хронической интоксикации.

Риск определялся как индивидуальный, представляющий собой вероятность проявления неблагоприятных для здоровья

эффектов при заданных уровнях экспозиции [3]. В оценку риска немедленного действия были включены только те вещества, ПДК_{м.р.} которых обоснована по рефлекторному эффекту. Значения риска показывают долю населения в районе, которая в момент достижения максимальных концентраций могла бы испытать неблагоприятные рефлекторные реакции – ощущение запаха, раздражающий эффект и др. Исключение составляет оксид углерода, токсический эффект которого, проявляющийся в воздействии на нервную и эндокринную системы, может развиваться уже через 25 мин. после воздействия в концентрации, превышающей ПДК_{м.р.} для которого также оценивается риск немедленного действия [3].

Оценка риска хронической неспецифической интоксикации осуществлялась на период 70 лет, принимая во внимание допущение, что оцениваемая ситуация является типичной и выявленные тенденции в загрязнении атмосферного воздуха сохраняются в течение семидесятилетнего периода. То же допущение относится и к расчету канцерогенного риска [3]. Суммарные результаты оценки риска представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Риск для здоровья населения в связи с загрязнением атмосферного воздуха по районам г. Новокузнецка

Район	Риск немедленного действия	Риск хронической интоксикации	Канцерогенный риск
Центральный	0,382	0,209	0,000271
Заводской	0,460	0,175	0,000217
Кузнецкий	0,618	0,228	0,000225
Куйбышевский	0,599	0,217	0,000316
Новоильинский	0,258	0,194	0,000273
Орджоникидзевский	0,618	0,197	0,000260

Суммарный риск немедленного действия определялся максимальным риском отдельной примеси среди всех воздействующих вредных веществ. Самые высокие уровни риска немедленного действия были получены в Кузнецком и Орджоникидзевском районах. Суммарный риск немедленного действия в Кузнецком районе определен максимальным риском, связанным с воздействием на население диоксида азота, а в Орджоникидзевском районе фтористого водорода. Удельный вес диоксида азота в риске немедленного действия составляет в зависимости от района города от 20,6 до 38,2 %, фтористого водорода – от 14,5 до 42,5 %,

взвешенных частиц – от 14,5 до 21,8 %, оксида углерода – 14,5 до 22,9 %.

Наиболее высокая степень риска хронической интоксикации отмечается в Кузнецком районе. На втором месте по степени риска хронической интоксикации находится Куйбышевский район, западная часть которого наиболее подвержена действию выбросов промышленных предприятий города.

Относительно невысокие значения риска хронической интоксикации получены по Заводскому району, жилые кварталы которого достаточно удалены от промышленного узла Западно-Сибирского металлургического комбината.

Суммарное действие на население взвешенных веществ, диоксида азота, фтористого водорода и оксида углерода составляет от 72,4 до 78,9 % риска хронической интоксикации. Удельный вес взвешенных частиц в риске данного типа составляет в зависимости от района города от 25,3 до 30,2 %, диоксида азота – от 16,2 до 20,2 %, фтористого водорода – от 14,3 до 19,9 %, оксида углерода – от 9,9 до 12,6 %.

Оценка канцерогенного риска осуществлялась по концентрации в атмосферном воздухе формальдегида и сажи. Сажа была включена в список канцерогенов ввиду содержания в ней полиароматических углеводородов. Самый высокий уровень канцерогенного риска отмечается в Куйбышевском районе, где присутствуют наиболее высокие концентрации формальдегида. На втором месте по степени канцерогенного риска находится Новоильинский район, где среднегодовые концентрации формальдегида превышают ПДК от 4,3 до 5,7 раз. Доля формальдегида составляет от 63,0 до 73,2 % канцерогенного риска.

Таким образом, при достижении максимальных уровней загрязнения атмосферного воздуха от 258 до 618 человек из 1000 могут испытать неблагоприятные рефлекторные реакции, в зависимости от района проживания. Постоянное воздействие воздуха, загрязненного вредными веществами, может вызвать у 175–228 человек из 1000 симптомы хронической интоксикации. Пожизненная вероятность онкологического заболевания варьирует в зависимости от района города от 217 до 316 случаев на миллион. При оценке риска здоровью не учитывалась локальная миграция населения по территории города.

3. Учебные задания

3.1 Оценка риска немедленного действия

Эффекты физического и психологического дискомфорта расцениваются как факт нарушения здоровья и вызывают жалобы населения [3]. Для прогнозирования риска возникновения рефлекторных эффектов при загрязнении атмосферного воздуха, в зависимости от класса опасности вредного вещества, используются следующие формулы:

$$1 \text{ класс опасности: } Prob = -9,15 + 11,66 \times \lg(C / ПДК_{м.р}); \quad (1)$$

$$2 \text{ класс опасности: } Prob = -5,51 + 7,49 \times \lg(C / ПДК_{м.р}); \quad (2)$$

$$3 \text{ класс опасности: } Prob = -2,35 + 3,73 \times \lg(C / ПДК_{м.р}); \quad (3)$$

$$4 \text{ класс опасности: } Prob = -1,41 + 2,33 \times \lg(C / ПДК_{м.р}), \quad (4)$$

где $Prob$ – вероятность неблагоприятного эффекта (риска) в «пробитах», т. е. в виде нормально-вероятностной шкалы. Соответствие «пробитов» и вероятности негативного эффекта показано в таблице Б.1 (приложение Б);

C – концентрация вредного вещества в атмосферном воздухе;

$ПДК_{м.р}$ – максимально разовая предельно допустимая концентрация.

Пример расчета

Требуется определить вероятность возникновения рефлекторных реакций при концентрации сероводорода в атмосферном воздухе $0,0397 \text{ мг/м}^3$. Сероводород относится ко второму классу опасности, $ПДК_{м.р} = 0,008 \text{ мг/м}^3$.

Решение

1. Определяем вероятность возникновения рефлекторных эффектов:

$$Prob = -5,51 + 7,49 \times \lg(0,0397 / 0,008) = -0,3.$$

Полученное значение $Prob$ составило $(-0,3)$, что, согласно таблице Б.1 (см. приложение Б) соответствует вероятно-

сти 0,382.

Вывод

При обнаружении в воздухе сероводорода в концентрации $0,0397 \text{ мг/м}^3$, 382 человека из 1000, находящихся в зоне воздействия, испытают неблагоприятные рефлекторные эффекты (почувствуют запах).

ЗАДАНИЕ

Определить вероятность возникновения рефлекторных эффектов. Концентрации веществ и варианты заданий представлены в таблице 3.

Классы опасности веществ и ПДК представлены в таблице В.1 (приложение В).

Таблица 3 – Средние за период наблюдения из максимальных концентраций вредных веществ в атмосферном воздухе районов г. Новокузнецка и варианты заданий

Номер варианта	Район города	Вредная примесь	Концентрация, мг/м^3
1	Центральный	Оксид углерода	11,000
2	Заводской	То же	10,200
3	Кузнецкий	"	14,600
4	Куйбышевский	"	13,200
5	Новоильинский	"	7,000
6	Орджоникидзевский	"	9,200
7	Центральный	Диоксид азота	0,423
8	Заводской	То же	0,506
9	Кузнецкий	"	0,506
10	Куйбышевский	"	0,498
11	Новоильинский	"	0,352
12	Орджоникидзевский	"	0,396
13	Центральный	Фторид водорода	0,098
14	Заводской	То же	0,099
15	Кузнецкий	"	0,088
16	Куйбышевский	"	0,097
17	Новоильинский	"	0,089
18	Орджоникидзевский	"	0,119
19	Центральный	Аммиак	0,205
20	Заводской	То же	0,180
21	Кузнецкий	"	0,145
22	Куйбышевский	"	0,128

23	Новоильинский	"	0,157
24	Орджоникидзевский	"	0,068
25	Центральный	Фенол	0,031
26	Заводской	То же	0,028
27	Кузнецкий	"	0,029
28	Куйбышевский	"	0,028
29	Новоильинский	"	0,015
30	Орджоникидзевский	"	0,032

3.2 Оценка риска хронических эффектов

Оценка риска неспецифических хронических эффектов при загрязнении атмосферного воздуха проводится по формуле:

$$Risk = 1 - \exp(\ln(0,84) \times (C / ПДК_{CC})^b / Kз), \quad (5)$$

где *Risk* – риск возникновения неблагоприятного эффекта, определяемый как вероятность возникновения этого эффекта при заданных условиях;

C – среднее значение концентрации вредного вещества в атмосферном воздухе, мг/м³;

ПДК_{CC} – среднесуточная ПДК;

b – коэффициент, позволяющий оценивать изоэффективные эффекты примесей различных классов опасности, определяется по таблице 4;

Kз – коэффициент запаса, определяется по таблице 4.

Таблица 4 – Значения коэффициента *b* и коэффициента запаса (*Kз*) для веществ различных классов опасности

Класс опасности вещества	Коэффициент <i>b</i>	Коэффициент запаса, <i>Kз</i>
1	2,35	7,5
2	1,28	6,0
3	1,00	4,5
4	0,87	3,0

Определение суммарного риска появления неблагоприятных для здоровья эффектов осуществляется по формуле

$$Risk_{\text{сум}} = 1 - (1 - Risk_1) \times (1 - Risk_2) \times (1 - Risk_3) \times \dots \times (1 - Risk_n), \quad (6)$$

где $Risk_{\text{сум}}$ – суммарный риск действия примесей;

$Risk_1 \dots Risk_n$ – риск действия каждой отдельной примеси.

Пример расчета

Средняя концентрация диоксида азота в атмосферном воздухе $0,03 \text{ мг/м}^3$. Определить риск развития хронических неспецифических эффектов. Диоксид азота относится ко второму классу опасности. ПДК_{сс} составляет $0,04 \text{ мг/м}^3$.

Решение

$$Risk = 1 - \exp(\ln(0,84) \times (0,03/0,04)^{1,28} / 6) = 0,020.$$

Вывод

При постоянном воздействии атмосферного воздуха, загрязненного диоксидом азота в концентрации $0,04 \text{ мг/м}^3$, у 20 человек из 1000 постоянно проживающих на исследуемой территории на протяжении своей жизни могут проявиться симптомы хронической интоксикации.

ЗАДАНИЕ

Определить риск развития хронических неспецифических эффектов. Концентрации веществ и варианты заданий представлены в таблице 5.

Классы опасности веществ и ПДК представлены в таблице В.1 (приложение В).

Таблица 5 – Средние за период наблюдения концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе районов г. Новокузнецка и варианты заданий

Номер варианта	Район города	Вредная примесь	Концентрация, мг/м^3
1	Центральный	Взвешенные вещества	0,260
2	Заводской	То же	0,250
3	Кузнецкий	"	0,290
4	Куйбышевский	"	0,260
5	Новоильинский	"	0,260
6	Орджоникидзевский	"	0,230
7	Центральный	Диоксид серы	0,008

8	Заводской	То же	0,007
9	Кузнецкий	"	0,009
10	Куйбышевский	"	0,006
11	Новоильинский	"	0,009
12	Орджоникидзевский	"	0,006
13	Центральный	Оксид углерода	1,400
14	Заводской	То же	1,300
15	Кузнецкий	"	1,500
16	Куйбышевский	"	1,300
17	Новоильинский	"	1,100
18	Орджоникидзевский	"	1,200
19	Центральный	Диоксид азота	0,066
20	Заводской	То же	0,067
21	Кузнецкий	"	0,076
22	Куйбышевский	"	0,083
23	Новоильинский	"	0,067
24	Орджоникидзевский	"	0,069
25	Центральный	Фторид водорода	0,006
26	Новоильинский	То же	0,007
27	Центральный	Фенол	0,002
28	Заводской	То же	0,001

3.3 Оценка риска канцерогенных эффектов

Канцерогенами являются вещества или физические факторы, способные вызывать развитие злокачественных новообразований. Расчет индивидуального ингаляционного канцерогенного риска осуществляется по формуле

$$CR = C \times SF \times 20/70, \quad (7)$$

где CR – индивидуальный канцерогенный риск;

C – концентрация канцерогена, которая предполагается постоянной в течение всей жизни индивидуума, в $мг/м^3$;

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

20 – средний суточный объем дыхания, $м^3/сут.$;

70 – вес тела взрослого человека, кг.

Определение величин популяционных канцерогенных рисков (PCR), отражающих дополнительное (к фоновому) число случаев злокачественных новообразований, способных возник-

нуть на протяжении жизни вследствие воздействия исследуемого фактора, проводится по формуле

$$PCR = CR \times POP, \quad (8)$$

где CR – индивидуальный канцерогенный риск;
 POP – численность исследуемой популяции, чел.

При сравнительной характеристике риска используется величина популяционного годового риска ($PCRa$) – расчетное число дополнительных случаев онкологических заболеваний в течение года.

При оценке канцерогенных воздействий от загрязнения атмосферного воздуха величина $PCRa$ будет равна

$$PCRa = \sum CR_i \times POP / 70, \quad (9)$$

где CR_i – индивидуальный канцерогенный риск от i -го вещества;

POP – численность исследуемой популяции, чел.

Пример расчета

Требуется определить индивидуальный, популяционный и популяционный годовой канцерогенные риски для здоровья населения при концентрации формальдегида в атмосферном воздухе $0,045 \text{ мг/м}^3$, концентрация сажи $0,040 \text{ мг/м}^3$ и численности исследуемой популяции 20351 человек.

Решение

1. Определение индивидуального канцерогенного риска от формальдегида. Значение фактора наклона (SF) для формальдегида составляет $0,046 \text{ мг}/(\text{кг} \times \text{день})^{-1}$.

$$CR = 0,045 \times 0,046 \times 20 \text{ м}^3 / \text{день} / 70 \text{ кг} = 0,0006.$$

Следовательно, мы получим примерно 600 дополнительных случаев раковых заболеваний на миллион человек, постоянно вдыхающих воздух с данной концентрацией формальдегида.

2. Определение индивидуального канцерогенного риска от сажи.

Сажа включается в список канцерогенов т.к. содержит приблизительно 0,5% полиароматических углеводородов (ПАУ). Бенз(а)пирен используется как индикаторное вещество для канцерогенных ПАУ. Значение фактора наклона (SF) составляет для бенз(а)пирена $3,9 \text{ мг}/(\text{кг} \times \text{день})^{-1}$.

Расчет индивидуального канцерогенного риска от сажи производится по следующей формуле:

$$CR = C \times 0,005 \times SF(\text{бенз(а)пирена}) \times 20 \text{ м}^3 / \text{день} / 70 \text{ кг}.$$

Произведем расчет индивидуального канцерогенного риска от сажи

$$CR = 0,040 \times 0,005 \times 3,9 \times (20 \text{ м}^3 / \text{день}) / 70 \text{ кг} = 0,0002.$$

Следовательно, мы получим примерно 200 дополнительных случаев раковых заболеваний на миллион человек, постоянно вдыхающих воздух с данной концентрацией сажи.

3. Определение популяционного канцерогенного риска от формальдегида.

$PCR = 0,0006 \times 20351 = 12,21$ дополнительных случаев онкологических заболеваний в исследуемой популяции.

4. Определение популяционного канцерогенного риска от сажи.

$PCR = 0,0002 \times 20351 = 4,07$ дополнительных случаев онкологических заболеваний в исследуемой популяции.

5. Определение годового популяционного канцерогенного риска от формальдегида и сажи.

$PCRa = (0,0006 + 0,0002) \times 20351 / 70 = 0,23$, что соответствует примерно одному дополнительному случаю онкологического заболевания в течение четырех лет.

Вывод

Индивидуальный канцерогенный риск при концентрации формальдегида в атмосферном воздухе $0,045 \text{ мг}/\text{м}^3$ составляет 0,0006. Индивидуальный канцерогенный риск при концентрации сажи $0,040 \text{ мг}/\text{м}^3$ составляет 0,0002. Популяционный риск от

формальдегида и сажи составляет соответственно 12,21 и 4,07 дополнительных случаев онкологических заболеваний. Годовой популяционный канцерогенный риск от формальдегида и сажи равен 0,23.

ЗАДАНИЕ

Определить индивидуальный, популяционный и популяционный годовой канцерогенные риски согласно вариантам заданий, представленным в таблице 6.

Таблица 6 – Варианты заданий

Номер варианта	Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м ³		Численность исследуемой популяции, чел
	формальдегид	сажа	
1	0,015	0,019	20345
2	0,020	0,030	19543
3	0,013	0,019	30241
4	0,016	0,023	29578
5	0,014	0,022	21576
6	0,023	0,025	31456
7	0,017	0,021	26543
8	0,011	0,012	16342
9	0,016	0,035	24580
10	0,018	0,020	25643
11	0,019	0,013	15432
12	0,038	0,028	22780
13	0,022	0,027	27286
14	0,031	0,029	22560
15	0,021	0,016	35642
16	0,025	0,034	24075
17	0,026	0,031	23456
18	0,034	0,037	25568
19	0,009	0,015	10653
20	0,030	0,032	30752
21	0,035	0,026	32754
22	0,024	0,033	19231
23	0,012	0,018	18675
24	0,040	0,036	27865
25	0,009	0,017	14564
26	0,036	0,025	32211

27	0,010	0,014	31456
28	0,028	0,024	40765
29	0,041	0,038	27856
30	0,027	0,029	28543

3.4 Оценка коэффициентов опасности

Характеристика риска развития неканцерогенных эффектов осуществляется путем сравнения фактических уровней экспозиции с безопасными уровнями воздействия, посредством определения коэффициента (индекса) опасности, либо на основе параметров зависимости «концентрация-ответ», полученных в эпидемиологических исследованиях.

Определение коэффициента опасности осуществляется по следующей формуле:

$$NQ = C / RfC, \quad (10)$$

где NQ – коэффициент опасности;

C – средняя концентрация, мг/м³;

RfC – референтная (безопасная) концентрация для хронического ингаляционного воздействия.

Для расчета фракции взвешенных веществ с размерами частиц менее 10 мкм применяется формула

$$PM10 = 0,55 \times TSP,$$

где $PM10$ – фракция взвешенных веществ с размерами менее 10 мкм;

TSP – концентрация общих взвешенных частиц.

При одновременном поступлении нескольких веществ ингаляционным путем рассчитывается индекс опасности по формуле

$$NI = \sum NQ_i, \quad (11)$$

где NI – индекс опасности;

$\sum NQ_i$ – сумма коэффициентов опасности загряз-

няющих атмосферу веществ.

Пример расчета

Концентрация в атмосферном воздухе взвешенных веществ (TSP) составила $0,336 \text{ мг/м}^3$, диоксида азота – $0,051 \text{ мг/м}^3$, формальдегида – $0,011 \text{ мг/м}^3$.

Требуется определить:

- коэффициенты (индексы) опасности для взвешенных веществ, диоксида азота, формальдегида;
- индекс опасности при одновременном поступлении нескольких веществ ингаляционным путем;
- коэффициент опасности для PM10.

Значения референтных концентраций представлены в таблице 7.

Таблица 7 – Референтные концентрации для хронического ингаляционного воздействия

Вещество	RfC , мг/м^3
Азота диоксид	0,040
Взвешенные частицы (TSP)	0,075
Взвешенные частицы с размерами менее 10 мкм (PM10)	0,050
Озон	0,030
Формальдегид	0,003

Решение

1. Определение коэффициентов опасности.

Для взвешенных веществ (TSP) $NQ = 0,336/0,075 = 4,48$;

Для диоксида азота $NQ = 0,051/0,04 = 1,27$;

Для формальдегида $NQ = 0,011/0,003 = 3,67$.

2. Определение индекса опасности при одновременном поступлении нескольких веществ ингаляционным путем.

$$NI = 4,48 + 1,27 + 3,67 = 9,42.$$

3. Определение коэффициента опасности для PM10.

$$PM10 = 0,55 \times 0,336 = 0,185;$$

для PM10 $NQ = 0,185/0,05 = 3,7$.

Вывод

Концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе превышает безопасные концентрации для TSP в 4,48 раза, для PM10 – в 3,7 раза, для диоксида азота – в 1,27 раза, для формальдегида – в 3,67 раза. Индекс опасности при одновременном поступлении нескольких веществ ингаляционным путем составил 9,42.

ЗАДАНИЕ

Определить коэффициенты (индексы) опасности для взвешенных веществ, диоксида азота, формальдегида, индекс опасности при одновременном поступлении нескольких веществ ингаляционным путем и коэффициент опасности для PM10. Варианты заданий представлены в таблице 8.

Таблица 8 – Среднегодовые концентрации некоторых вредных веществ в атмосфере районов г. Новокузнецка и варианты заданий

Номер варианта	Район города	Год	Вредные примеси, мг/м ³		
			взвешенные вещества (TSP)	диоксид азота	формальдегид
1	Центральный (ул. Тольятти)	2004	0,244	0,052	0,038
2	Центральный (ул. Кутузова)	2004	0,258	0,092	0,012
3	Центральный (ул. Кирова)	2004	0,275	0,054	0,010
4	Заводской	2004	0,245	0,067	0,015
5	Кузнецкий	2004	0,289	0,076	0,014
6	Куйбышевский	2004	0,264	0,083	0,020
7	Новоильинский	2004	0,260	0,067	0,015
8	Орджоникидзевский	2004	0,227	0,069	0,015
9	Центральный (ул. Тольятти)	2005	0,240	0,057	0,010
10	Центральный (ул. Кутузова)	2005	0,222	0,071	0,011
11	Центральный (ул. Кирова)	2005	0,282	0,06	0,017

Экологическая эпидемиология

12	Заводской	2005	0,234	0,062	0,009
13	Кузнецкий	2005	0,284	0,076	0,013
14	Куйбышевский	2005	0,314	0,065	0,016
15	Новоильинский	2005	0,259	0,051	0,013
16	Орджоникидзевский	2005	0,203	0,066	0,013
17	Центральный (ул. Тольятти)	2006	0,181	0,039	0,007
18	Центральный (ул. Кутузова)	2006	0,189	0,068	0,013
19	Центральный (ул. Кирова)	2006	0,280	0,057	0,010
20	Заводской	2006	0,166	0,033	0,007
21	Кузнецкий	2006	0,337	0,064	0,010
22	Куйбышевский	2006	0,257	0,065	0,013
23	Новоильинский	2006	0,199	0,038	0,014
24	Орджоникидзевский	2006	0,166	0,039	0,010
25	Центральный (ул. Тольятти)	2007	0,183	0,044	0,012
26	Центральный (ул. Кутузова)	2007	0,186	0,039	0,014
27	Центральный (ул. Кирова)	2007	0,298	0,066	0,015
28	Заводской	2007	0,190	0,032	0,011
29	Кузнецкий	2007	0,289	0,05	0,013
30	Куйбышевский	2007	0,245	0,047	0,023
31	Новоильинский	2007	0,186	0,037	0,017
32	Орджоникидзевский	2007	0,226	0,054	0,015



БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Здоровье 21. Основы политики достижения здоровья для всех в Европейском регионе ВОЗ: введение [Электронный ресурс] // Европейская серия по достижению здоровья для всех, № 5 / Всемирная организация здравоохранения Европейское региональное бюро. – Копенгаген. – 1998. – Режим доступа: <http://www.euro.who.int/document/ehfa5-r.pdf>.

2. Киселев А.В. Обоснование системы оценки риска здоровью в гигиеническом мониторинге промышленного города [Текст]: автореф. дис. ... докт. мед. наук: 14.00.07 / А.В. Киселев; Санкт-Петербургская медицинская академия последипломного образования. – СПб., 2000. – 44 с.

3. Окружающая среда и здоровье: подходы к оценке риска [Текст] / под ред. А.П. Щербо. – СПб.: СПбМАПО, 2002. – 376 с.

4. Основы оценки риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду [Текст] / Г.Г. Онищенко и др.; под ред. Ю.А. Рахманина, Г.Г. Онищенко. – М.: НИИ ЭЧ и ГОС, 2002. – 408 с.

5. Онищенко Г.Г. Городская среда и здоровье человека [Текст] / Г.Г. Онищенко // Гигиена и санитария. – 2007. – № 5. – С. 3–4.

6. Рахманин Ю.А. Современные направления методологии оценки риска [Текст] / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Т.А. Шашнина // Гигиена и санитария. – 2007. – № 3. – С. 3–7.

7. Рахманин Ю.А. Оценка ущерба здоровью человека как одно из приоритетных направлений экологии человека и инструмент обоснования управленческих решений [Текст] / Ю.А. Рахманин, С.М. Новиков, Г.И. Румянцев, С.И. Иванов // Гигиена и санитария. – 2006. – № 5. – С. 10–13.

8. Руководство по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду Р 2.1.10.1920-04. [Электронный ресурс] / Управление Роспотребнадзора по республике Башкортостан. Норм. – мет. документы. – Уфа, 2009. – Режим доступа: <http://www.rpn-rb.ru/upload/iblock/b53/b5362455dc946a-80830d2fa608c9c751.doc>.

ПРИЛОЖЕНИЕ А

КОНЦЕНТРАЦИИ ВРЕДНЫХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРНОМ ВОЗДУХЕ Г. НОВОКУЗНЕЦКА

Таблица А.1 – Средние за период наблюдения концентрации вредных веществ по районам г. Новокузнецка

В мг/м³

Район	Взвешенные вещества	Диоксид серы	Оксид углерода	Диоксид азота	Оксид азота	Серо-водород
Центральный	0,239	0,012	1,112	0,057	0,020	0,001
Заводской	0,209	0,006	1,094	0,063	0,027	0,001
Кузнецкий	0,307	0,011	1,204	0,063	0,027	0,001
Куйбышевский	0,267	0,007	1,088	0,059	0,034	0,001
Новоильинский	0,220	0,009	1,000	0,046	0,026	0,001
Орджоникидзевский	0,217	0,011	1,066	0,055	0,026	0,001
Центральный	0,002	0,018	0,006	0,003	0,013	
Заводской	0,001	0,013	0,006	0,002	0,011	
Кузнецкий	0,002	0,012	0,006	0,003	0,012	
Куйбышевский	0,002	0,015	0,006	0,003	0,018	
Новоильинский	0,001	0,002	0,007	0,003	0,014	
Орджоникидзевский	0,002	0,016	0,006	0,002	0,013	

Таблица А.2 – Средние за период наблюдения концентрации вредных веществ из максимальных концентраций по районам г. Новокузнецка

В мг/м³

Район	Взвешенные вещества	Диоксид серы	Оксид углерода	Диоксид азота	Оксид азота	Серо-водород
Центральный	1,51	0,156	11,0	0,423	0,167	0,006
Заводской	1,54	0,074	10,2	0,506	0,187	0,006
Кузнецкий	1,72	0,227	14,6	0,506	0,187	0,006
Куйбышевский	1,34	0,116	13,2	0,498	0,244	0,008
Новоильинский	1,18	0,146	7,00	0,352	0,198	0,015
Орджоникидзевский	1,50	0,115	9,20	0,396	0,198	0,015
Центральный	0,031	0,347	0,098	0,205	0,155	
Заводской	0,028	0,250	0,099	0,180	0,093	
Кузнецкий	0,029	0,266	0,088	0,145	0,097	
Куйбышевский	0,028	0,286	0,097	0,128	0,134	
Новоильинский	0,015	0,037	0,089	0,157	0,136	
Орджоникидзевский	0,032	0,325	0,119	0,068	0,101	

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

СООТВЕТСТВИЕ «ПРОБИТОВ» И ВЕРОЯТНОСТИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ РЕФЛЕКТОРНЫХ ЭФФЕКТОВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУШНОГО БАСЕЙНА

Таблица Б.1 – Соответствие «пробитов» и вероятности возникновения рефлекторных эффектов при загрязнении воздушного бассейна

<i>Prob</i>	<i>Risk</i>	<i>Prob</i>	<i>Risk</i>
-3,0	0,001	0,1	0,540
-2,5	0,006	0,2	0,579
-2,0	0,023	0,3	0,618
-1,9	0,029	0,4	0,655
-1,8	0,036	0,5	0,692
-1,7	0,045	0,6	0,726
-1,6	0,055	0,7	0,758
-1,5	0,067	0,8	0,788
-1,4	0,081	0,9	0,816
-1,3	0,097	1,0	0,841
-1,2	0,115	1,1	0,864
-1,1	0,136	1,2	0,885
-1,0	0,157	1,3	0,903
-0,9	0,184	1,4	0,919
-0,8	0,212	1,5	0,933
-0,7	0,242	1,6	0,945
-0,6	0,274	1,7	0,955
-0,5	0,309	1,8	0,964
-0,4	0,345	1,9	0,971
-0,3	0,382	2,0	0,977
-0,2	0,421	2,5	0,994
-0,1	0,460	3,0	0,999
0,0	0,500		

ПРИЛОЖЕНИЕ В

ДАННЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗАВИСИМОСТИ «ДОЗА-ЭФФЕКТ»

Таблица В.1 – Данные для оценки зависимости «доза-эффект»

Примесь	Номер по классификации CAS	Класс опасности	ПДК _{м.р.} , мг/м ³	ПДК _{с.с.} , мг/м ³	Лимитирующий признак нормирования
Аммиак	7664-41-7	4	0,200	0,040	Рефлекторно-резорбтивный
Оксид углерода	630-08-0	4	5,000	3,000	Резорбтивный
Взвешенные вещества		3	0,500	0,150	То же
Диоксид серы	7446-09-5	3	0,500	0,050	Рефлекторно-резорбтивный
Фенол	108-95-2	2	0,010	0,003	То же
Диоксид азота	10102-44-0	2	0,085	0,040	"
Фторид водорода	7664-39-3	2	0,020	0,005	"