



ДОНСКОЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ
УПРАВЛЕНИЕ ДИСТАНЦИОННОГО ОБУЧЕНИЯ И ПОВЫШЕНИЯ
КВАЛИФИКАЦИИ

Кафедра «Безопасность жизнедеятельности и защита
окружающей среды»

Учебно-методическое пособие и контрольные задания по дисциплине

«Экологическая эпидемиология»

Автор
Зименко В.А.

Ростов-на-Дону, 2015



Аннотация

Учебно-методическое пособие и контрольные задания для студентов магистратуры заочной формы обучения по дисциплине «экологическая эпидемиология» по направлению 20.04.01 Техносферная безопасность программа Охрана труда и безопасность в техносфере.

Автор

к.м.н. доцент ЗИМЕНКО В.А.



Оглавление

ЦЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....	4
ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ	5
Часть I – теоретическая часть контрольной работы	5
Часть II:	9
УЧЕБНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ	19
1. Оценка риска немедленного действия	19
2. Оценка риска хронических эффектов	21
3. Оценка риска канцерогенных эффектов	23
4. Оценка коэффициентов опасности	27
ПРИЛОЖЕНИЕ А	32
Концентрации вредных веществ в атмосферном воздухе г. Новокузнецка	32
ПРИЛОЖЕНИЕ Б	34
Соответствие «пробитов» и вероятности возникновения рефлекторных эффектов при загрязнении воздушного бассейна	34
ПРИЛОЖЕНИЕ В	35
Данные для оценки зависимости «доза-эффект».....	35
ЛИТЕРАТУРА.....	36

ЦЕЛЬ ПРЕПОДАВАНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью дисциплины «Экологическая эпидемиология» являются формирование у студентов представлений о причинно-следственных связях между качеством среды обитания и здоровьем человека, о количественной зависимости между уровнем вредного воздействия и биологическим ответом, о методах установления уровня риска заболевания и способах управления рисками, о критериях и условиях экспонирования населения на загрязнённых территориях.

Педагогической задачей курса является формирование у будущих специалистов представления об особенностях эпидемиологического анализа явлений и освоение статистических методов оценки риска с учётом требований доказательной медицины.

Студенты, завершившие изучение дисциплины «Экологическая эпидемиология», должны знать:

- классификацию экологически зависимых заболеваний человека;
- основы эпидемиологической диагностики и доказательной медицины;
- риски для здоровья человека (понятие, условия возникновения, классификацию, характеризующие аспекты);
- методологию оценки воздействия негативных факторов окружающей среды на здоровье населения в контексте специфических биологических эффектов;
- эколого-гигиеническую характеристику компонентов окружающей среды.

Уметь разрабатывать алгоритм программы популяционно-го исследования населения экологически неблагополучной территории.

Владеть понятийно-терминологическим аппаратом в области экологической эпидемиологии.

Обладать следующими компетенциями:

- анализировать качество компонентов окружающей среды с позиции уровня их опасности для здоровья индивида и популяции;
- использовать эпидемиологические методы определения количественных причинно-следственных связей между неблагоприятными факторами окружающей среды и показателями состояния здоровья населения.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

Контрольная работа состоит из двух частей:

часть I – теория дисциплины;

часть II – решение четырёх практических задач

Часть I – теоретическая часть контрольной работы

При ответе на вопросы контрольной работы **выбор номеров вопросов** осуществляется по последней и предпоследней цифрам учебного шифра студента (см. таблицу).

Номера вопросов	Предпоследняя цифра номера зачетной книжки										
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
Последняя цифра номера зачетной книжки	1	1, 12	2, 13	3, 14	4, 15	5, 16	6, 17	7, 18	8, 19	9, 20	10, 21
	2	2, 11	3, 12	4, 13	5, 14	6, 15	7, 16	8, 17	9, 18	10, 19	11, 20
	3	3, 21	4, 22	5, 23	6, 24	7, 25	8, 26	9, 27	10, 28	1, 11	2, 12
	4	13, 20	14, 21	15, 22	16, 23	17, 24	18, 25	19, 26	20, 27	21, 28	22, 29
	5	1, 23	2, 24	3, 25	4, 26	5, 27	6, 28	7, 29	8, 30	9, 31	10, 32
	6	2, 33	3, 34	4, 2	5, 3	6, 4	7, 5	8, 6	9, 7	10, 8	1, 33
	7	1, 3	2, 4	3, 5	4, 7	5, 9	6, 10	7, 11	8, 12	9, 13	10, 14
	8	10, 15	11, 16	12, 17	13, 18	14, 20	15, 21	16, 22	17, 23	18, 24	19, 25

Экологическая эпидемиология

9	4, 11	5, 12	6, 13	7, 14	8, 15	9, 16	10, 17	1, 18	2, 19	3, 20
0	12, 31	13, 32	14, 33	15, 34	16, 17	21, 18	22, 19	23, 20	24, 21	25, 22

КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ

1. Экологическая эпидемиология как наука (предмет, цели, задачи, междисциплинарный характер, источники информации, этапы эпидемиологического исследования).

2. Эпидемиологическая диагностика (алгоритм проведения, специальные методы, выводы о действительности в контексте доказательной медицины, доказательства причинно-следственных связей в системе «окружающая среда – организм»).

3. Связь между фактором среды и болезнью (биологические ответы на вредное воздействие, виды связи, фактор риска и маркер заболевания).

4. Экологическая патология человека (классификация заболеваний и вызывающих эти заболевания факторов).

5. Риск (понятие, особенность понятия в контексте роли неблагоприятных факторов, условия возникновения рисков, характеризующие риск аспекты, пространственная характеристика риска в координатах: вероятность – выраженность последствий).

6. Уровни воздействия окружающей среды на организм; классификация воздействий по их продолжительности.

7. Относительные показатели здоровья населения, используемые для контроля его изменений во времени и пространстве.

8. Правила и критерии отнесения населения к изучаемой группе экспонируемых.

9. Кагортные исследования и исследования типа «случай-контроль» (назначение методов, правила формирования групп населения, методика анализа данных).

10. Поперечный метод исследования в экологической эпидемиологии (цели исследования, плюсы и минусы метода).

11. Биомониторинг как составная часть эпидемиологической диагностики (основные биомаркеры экспозиции и их возможности).

12. Вода как фактор риска развития заболеваний неинфекционной природы (критерии выбора приоритетных загрязнителей;

классификация и характеристика водных токсикантов; водная экопатология).

13. Почва как фактор риска развития заболеваний неинфекционной природы (основные показатели вредности, используемые для обоснования ПДК; специальные показатели оценки химического загрязнения почв; ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнённых почв; почвенная экопатология).

14. Воздух как фактор риска развития заболеваний неинфекционной природы (воздушная экопатология; загрязнители воздуха: а) наиболее распространённые и б) специфические; признаки *острого* действия загрязнённого воздуха на здоровье; эпидемиологическая диагностика хронического действия загрязнителей воздуха на здоровье; методика определения среднегодовой концентрации загрязнителя).

15. Продукты питания как фактор риска развития заболеваний неинфекционной природы (классификация пищевых ксенобиотиков и вызываемых ими изменений состояния здоровья; характеристика отдельных ксенобиотиков в контексте понятия «пищевая цепочка»; параметры и характеристика факторов экспозиции, применяемых для расчёта средней суточной дозы вещества при пероральном поступлении с пищевыми продуктами).

16. Физические факторы окружающей среды как возможная причина нарушения здоровья у населения (ЭМИ, виброакустические факторы, ИИИ).

17. Алгоритм Программы популяционного обследования населения экологически неблагополучной территории.

18. Оценка риска (понятие, задачи процедуры, схема анализа).

19. Этапы оценки риска (классификация, содержание).

20. Идентификация опасности (задачи, метод, содержание).

21. Оценка зависимости «экспозиция – ответ».

22. Оценка экспозиции (понятие, компоненты и методы анализа, последовательность процедуры).

23. Характеристика риска как 4-й этап его оценки (содержание, последовательность действий).

24. Два типа вредных эффектов (канцерогенный и не канцерогенный; пороговость и вероятность).

25. Канцерогенный риск (показатели, концептуальный подход в оценке, канцерогены в производственной, жилой и природной среде).

26. Не канцерогенный риск, его эффекты и показате-

ли. Графическая модель зависимости «доза – ответ».

27. Управление риском (цель, этапы, содержание процедуры).

28. Эколого-гигиеническая характеристика состава канализационных стоков различных объектов техносферы (по видам промышленности).

29. Нормативно - правовая база, используемая наукой «экологическая эпидемиология».

30. Многокомпонентное загрязнение окружающей среды (характеристика, варианты комплексного воздействия поражающих факторов на организм, методологические подходы в оценке рисков и нормировании).

31. Методы аналитической эпидемиологии и их сравнительная оценка (достоинства, недостатки, трудоёмкость, назначение).

32. Специфическое действие промышленных токсикантов на организм (систематизация).

33. Факторы экспозиции, учитываемые в формулах расчёта суточной дозы поступления вещества в организм с воздухом, водой, почвой и пищей.

34. Необходимые условия отрицательных воздействий на здоровье населения физических факторов техносферы.

ПРАВИЛА ВЫПОЛНЕНИЯ И ОФОРМЛЕНИЯ РАБОТЫ

1. Работа начинается с **титульного листа**, где указаны: ВУЗ, факультет, кафедра, учебная дисциплина, учебная группа, фамилия и инициалы студента, номер зачетной книжки, фамилия и инициалы преподавателя, дата представления работы на проверку.

2. На второй странице находится **оглавление** (содержание) работы: номера и содержание учебных теоретических вопросов (в соответствии с таблицей выбора, часть I), номера вариантов задач (в соответствии с вашим порядковым номером в списке учебной группы, часть II), указываются страницы (нумерация страниц – сквозная).

3. С третьей страницы начинается собственно работа:

Часть I:

Возможны **введение, основная часть и выводы** по каждому теоретическому вопросу. Ссылки по тексту на литературные источники желательно приводить в конце абзаца (предложения) в скобках. Нумерация ссылок должна соответствовать вашему списку использованной литературы, которым завершается рабо-

та. По ходу изложения материала необходимо проводить рубри-
кацию текста, выделение главных мыслей жирностью шрифта и
подчеркиваниями. При необходимости приводятся формулы, гра-
фики, таблицы, схемы, статистические данные.

При использовании интернет-ресурса требуется его интел-
лектуальная переработка, осмысление и анализ.

Часть II:

Каждый студент должен решить **четыре** задачи (выбран-
ный вами вариант из таблицы соответствует вашему порядковому
номеру в ведомости учебной группы):

Задача №1 «Оценка риска немедленного действия»

Задача №2 «Оценка риска хронических эффектов»

Задача №3 «Оценка риска канцерогенных эффектов»

Задача №4 «Оценка коэффициентов опасности»

Для облегчения работы по решению задач ниже представ-
лены:

- теория по разделу дисциплины (методика оценки риска,
характеристика загрязнения города);

- учебные задания (для каждой из четырёх задач) с изло-
жением формул, примеров расчёта и примеров выводов по реше-
нию;

- справочные приложения для решения задач.

МЕТОДИКА ОЦЕНКИ РИСКА ДЛЯ ЗДОРОВЬЯ НАСЕЛЕНИЯ

Для осуществления профессиональной деятельности специ-
алисту по техносферной безопасности необходимо знать основ-
ные компоненты оценки риска для здоровья человека, уметь
определить риски немедленных, хронических и канцерогенных
эффектов, ранжировать территории по степени опасности, про-
гнозировать последствия вредного воздействия на здоровье насе-
ления и обосновывать необходимость проведения природоохран-
ных мероприятий.

Оценка ущерба здоровью человека является одним из при-
оритетных направлений экологии человека и инструментом обос-
нования управленческих решений. Здоровье человека определя-
ется сложным воздействием целого ряда факторов: наследствен-
ностью, образом и качеством жизни, качеством окружающей сре-
ды и др. Вклад экологических факторов в риск развития наруше-

Экологическая эпидемиология

ний здоровья населения непостоянен и зависит от вида анализируемых нарушений, конкретных географических, экономических и других особенностей исследуемого региона. 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 .

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 системобразующих 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 .

Преимущество подхода, основанного на методологии оценки риска здоровью, заключается в возможности анализа ретроспективной и прогнозирования перспективной ситуации. 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:

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.

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 загрязнителя конкретного вредного агента или групп

пы 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.

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 продолжительности 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.

Надежным источником получения информации о ре-

альных и потенциальных дозовых нагрузках является разумная комбинация лабораторных и расчетных методов на основе единого информационного пространства, основой для которого могут стать муниципальные геоинформационные системы.

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.

Характеристика риска включает количественные величины 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.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ 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.

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, воз-

действие которых снижает продолжительность жизни каждого из жителей Европы на 8,6 месяцев. 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. 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. В г. Новокузнецке концентрация диоксида азота превышает гигиенические нормы 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 населения, 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. 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. 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.

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. 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.

УЧЕБНЫЕ ЗАДАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ

1. Оценка риска немедленного действия

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

1 класс опасности:

$$Pr ob = -9,15 + 11,66 \times \lg(C / ПДК_{м.р}); \quad (1)$$

2 класс опасности:

$$Pr ob = -5,51 + 7,49 \times \lg(C / ПДК_{м.р}); \quad (2)$$

3 класс опасности:

$$Pr ob = -2,35 + 3,73 \times \lg(C / ПДК_{м.р}); \quad (3)$$

4 класс опасности:

$$Pr ob = -1,41 + 2,33 \times \lg(C / ПДК_{м.р}), \quad (4)$$

где $Pr ob$ – 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:

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

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

Номер варианта	Район города	Вредная примесь	Концентрация, мг/м ³
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

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 b	Коэффициент запаса, $Kз$
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

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

где $Risk_{сум}$ – 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. 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 $\text{мг}/\text{м}^3$;
 SF – фактор наклона, $(\text{мг}/(\text{кг} \times \text{день}))^{-1}$;
 20 – средний суточный объем дыхания, $\text{м}^3/\text{сут.}$;
 70 – вес тела взрослого человека, кг.

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

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

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 мг/м³, концентрация сажи 0,040 мг/м³ и численности исследуемой популяции 20351 человек.

Решение

1. Определение индивидуального канцерогенного риска от формальдегида. Значение фактора наклона (SF) для формальдегида составляет 0,046 мг/(кг × 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 мг/(кг × × 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 $0,045 \text{ мг/м}^3$ составляет $0,0006$. Индивидуальный канцерогенный риск при концентрации сажи $0,040 \text{ мг/м}^3$ 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

Номер варианта	Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе, мг/м^3		Численность исследуемой популяции, чел
	формальдегид	сажа	
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

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

$$PM_{10} = 0,55 \times TSP,$$

где PM_{10} – 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 загрязняющих атмосферу веществ.

Пример расчета

Концентрация в атмосферном воздухе взвешенных веществ (TSP) составила 0,336 мг/м³, диоксида азота – 0,051 мг/м³, формальдегида – 0,011 мг/м³.

Требуется определить:

- коэффициенты (индексы) опасности для взвешенных веществ, диоксида азота, формальдегида;
- индекс опасности при одновременном поступлении нескольких веществ ингаляционным путем;
- коэффициент опасности для PM_{10} .

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
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

Экологическая эпидемиология

Номер варианта	Район города	Год	Вредные примеси, мг/м ³		
			взвешенные вещества (TSP)	диоксид азота	формальдегид
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

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

Район	Фенол	Сажа	Фторид водорода	Аммиак	Формаль-дегид
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

Экологическая эпидемиология

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

Продолжение таблицы А.2

В мг/м³

Район	Фенол	Сажа	Фторид водорода	Аммиак	Формаль-дегид
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 бассейна

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

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

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	"

Каждая сданная на проверку работа впоследствии (на зачете) должна защищаться автором.

ЛИТЕРАТУРА

1. В.А. Зименко. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности в схемах и таблицах: учебное пособие для ВУЗов.- Ростов н/Д: Издательский центр ДГТУ, 2013.- 178 с. (электронный адрес: [http // nth. donstu. ru](http://nth.donstu.ru)).

2. В.А. Зименко., Климов П.В. Методические указания (Задания) к практическим занятиям подготовки магистрантов, 2015, по направлению 20.04.01. Техносферная безопасность (электронный адрес: [http: // de. dstu. edu. ru](http://de.dstu.edu.ru)) доступ с локальной сети ДГТУ.

3. Ревич Б.А. Экологическая эпидемиология: учебник для Вузов, М.: Академия, 2004.

4. Руководства по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду. Р 2.1.10. 1920-04.

5. Санитарные Правила и Нормы по темам занятий: воздух, вода, почва, физические факторы (см. поисковые системы электронного ресурса).