

**Методические указания
для изучения курса**

«ЭКОЛОГИЯ»

**к выполнению контрольной работы
для студентов всех специальностей
заочной формы обучения**

В методических указаниях приведены содержание дисциплины, варианты заданий, список вопросов контрольной работы, варианты и условия задач с примерами их решения, содержание лабораторных работ по курсу, а также список рекомендуемой литературы.

Составитель: Валентина Ивановна Яницкая

Научный редактор А. М. Осипов

1. Цели изучения дисциплины

Целью дисциплины "Экология" является повышение экологической грамотности, весьма актуальное в период экологического кризиса, и заполнение пробела в общем фундаментальном естественнонаучном образовании студентов, традиционно представленном в вузах технического профиля лишь физико-математическими дисциплинами.

В плане становления научного мировоззрения студентов программа призвана способствовать формированию представлений о человеке как о части природы, о единстве и самоценности всего живого и невозможности выживания человечества без сохранения биосферы, а также обучить грамотному восприятию явлений, связанных с жизнью человека в природной среде, в том числе и с его профессиональной деятельностью.

Задача курса — обучение грамотному восприятию явлений, связанных с жизнью человека в природной среде, в том числе и его профессиональной деятельностью.

Требования к знаниям. После завершения курса студенты должны иметь представление о структуре экосистемы и биосферы, эволюции биосферы, взаимоотношениях организма и среды, экологии и здоровья человека, о глобальных проблемах окружающей среды, экологических принципах использования природных ресурсов и охраны природы, об основах экономики природопользования, экозащитной технике и технологиях, основах экологического права и профессиональной ответственности.

Требования к умениям. После завершения курса студенты должны уметь сделать анализ уровня вредных выделений от промышленного предприятия, оценить примерные экономические затраты на выброс вредных веществ, провести простейшие лабораторные испытания проб воздуха.

2. Содержание дисциплины

2.1 .Предмет и задачи экологии.

Глобальные экологические проблемы. Понятие об экологии. История

науки «Экология». Место экологии в системе естественных наук. Современное понимание экологии как науки об экосистемах и биосфере. Формирование облика биосферы в процессе жизнедеятельности организмов. Классификация, задачи и объекты экологии. Проблемы, связанные с антропогенным воздействием на биосферу. Экологический кризис. Глобальные экологические проблемы (озоновые дыры, парниковый эффект, перенаселение, ограниченность ресурсов, войны, реализация непродуманных проектов).

Связь состояния природной среды с социальными процессами. Значение экологического образования и воспитания. Необходимость формирования правовых и этических норм отношения человека к природе. Экологическое мировоззрение.

Пути решения экологических задач на основе инженерно-технических мероприятий.

2.2. Основы общей экологии.

2.2.1. Взаимодействие организма и среды. Фундаментальные свойства живых систем. Уровни биологической организации. Организм как дискретная самовоспроизводящаяся открытая система, связанная со средой обменом вещества, энергии и информации.

Разнообразие организмов. Источники энергии для организмов. Автотрофы и гетеротрофы. Фотосинтез и дыхание. Хемосинтез, жизнь в анаэробных условиях. Основные группы гетеротрофов (бактерии, грибы, животные), Трофические отношения между организмами: продуценты, консументы и редуценты.

Гомеостаз (сохранение постоянства внутренней среды организма): принципы регуляции жизненных функций. Возможности адаптации организмов к изменениям условий среды. Толерантность и резистентность. Экологическая валентность. Типы и уровни адаптации, ее генетические пределы. Эврибионты и стенобионты. Гомойо- и пойкилотермность. Принципы воспроизведения и развития различных организмов. Особенности зависимости

организма от среды на разных стадиях жизненного цикла. Критические периоды развития. Энергетика и рост организма.

2.2.2. Условия и ресурсы среды.

Представление о физико-химической среде обитания организмов; особенности водной, почвенной и воздушной сред. Абиотические и биотические факторы. Экологическое значение основных абиотических факторов: тепла, освещенности, влажности, солености, концентрации биогенных элементов. Заменяемые и незаменимые ресурсы. Сигнальное значение абиотических факторов. Суточная и сезонная цикличность.

Лимитирующие факторы. Правило Либиха, закон Шелфорда. Взаимодействие экологических факторов. Распределение отдельных видов по градиенту условий. Представление об экологической нише; потенциальная и реализованная ниша. Биотестирование и биоиндикация как методы контроля качества среды. Стресс как экологический фактор.

2.2.3. Биосфера.

Происхождение и строение Вселенной и Земли. Возникновение жизни. Биосфера. Основные этапы эволюции биосферы. Структура и границы биосферы. Роль В.И. Вернадского в формировании современного понятия о биосфере. Живое и биокосное вещество, их взаимопроникновение и перерождение в круговоротах вещества и энергии. Функциональная целостность биосферы.

Почва как компонент биосферы. Происхождение и классификация почв. Разнообразие состава и свойств почв как результат функционирования экосистем и условие их устойчивости.

Энергетический баланс биосферы. Круговорот важнейших химических элементов в биосфере. Преобразующее влияние живого на среду обитания. Эффект самоочищения. Обменные процессы в организмах как ключевой этап биопродуктивности. Биогеохимические функции разных групп организмов. Биоразнообразие как ресурс биосферы. Первичная продукция суши и океана. Потенциальная продуктивность Земли. Распределение

солнечной радиации на поверхности Земли. Роль атмосферы в удержании тепла. Атмосфера Земли в сравнении с атмосферами других планет.

Представления о ноосфере (В.И. Вернадский). Нелинейная динамика биосферных процессов. Системный анализ, математические модели, экологическое прогнозирование.

2.2.4. Популяции. Сообщества.

Определение понятий "биологический вид" и "популяция". Иерархическая структура популяций; расселение организмов и межпопуляционные связи. Популяция как элемент экосистемы. Характер пространственного размещения особей и его выявление. Механизмы поддержания пространственной структуры. Территориальность. Скопления животных и растений, причины их возникновения. Регуляция численности популяций в природе.

Динамические характеристики популяции: рождаемость, смертность, скорость популяционного роста. Таблицы и кривые выживания. Характер распределения смертности по возрастам в разных группах животных и растений. Экспоненциальная, логистическая модели роста популяции. Специфическая скорость роста популяции, "плотность насыщения" как показатель емкости среды, чистая скорость размножения. Динамика биомассы. Понятие о биопродуктивности.

Биоценозы (сообщества), их таксономический состав и функциональная структура. Типы взаимоотношений между организмами: симбиоз, мутуализм, комменсализм, конкуренция, биотрофия (хищничество в широком смысле слова). Межвидовая конкуренция. Эксплуатация и интерференция. Принцип конкурентного исключения. Условия сосуществования конкурирующих видов. Конкуренция и распространение видов в природе. Отношения "хищник - жертва". Сопряженные колебания численности хищника и жертвы. Сопряженная эволюция.

Видовое разнообразие как специфическая характеристика сообщества. Динамика сообщества во времени. Циклические и необратимые процессы.

Сериальные и климаксные сообщества.

2.2.5. Экосистемы.

Определение понятия "экосистема". Экосистемы как хронологические единицы биосферы. Составные компоненты экосистем, основные факторы, обеспечивающие их существование. Развитие экосистем: сукцессия.

Основные этапы использования вещества и энергии в экосистемах. Трофические уровни. Первичная продукция - продукция автотрофных организмов. Значение фото- и хемосинтеза. Чистая и валовая продукция. Траты на дыхание. Основные методы оценки первичной продукции. Деструкция органического вещества в экосистеме. Биотрофы и сапротрофы. Пищевые цепи "выедания" (пастбищные) и пищевые цепи "разложения" (детритные). Потери энергии при переходе с одного трофического уровня на другой. Экологическая эффективность; "Пирамида продукций" и "Пирамида биомасс". Микро- и макроредуценты.

Климатическая зональность и основные типы наземных экосистем. Тундры, болота, тайга, смешанные и широколиственные леса умеренной зоны, степи, тропические влажные леса, пустыни. Первичная продукция разных наземных экосистем. Взаимосвязи разных компонентов наземных экосистем. Значение почвы как особого биокосного тела. Полнота биотического круговорота, особенности сукцессии наземных экосистем.

Водные экосистемы и их основные особенности. Отличия водных экосистем от наземных. Планктон, бентос, нектон. Основные группы продуцентов в водной среде фитопланктон, макрофиты, перифитон. Роль зоопланктона и бактерий в минерализации органического вещества. Детрит.

Вертикальная структура водных экосистем. Континентальные водоемы: реки, озера, водохранилища, эстуарии. Олиготрофные и эвтрофные водоемы. Антропогенное эвтрофирование водоемов. Биологическая структура океана. Неритические и пелагические области. Зоны подъема вод. Интенсивность первичного продуцирования в различных частях Мирового океана.

Емкость и устойчивость экосистем. Экологическое равновесие.

Разнообразие видов как основной фактор устойчивости экосистем.

2.2.6. Человек в биосфере.

Человек как биологический вид. Его экологическая ниша. Экотипы. Гомеостаз и адаптация. Онтогенез человека и его критические периоды. Среда обитания человека, разнообразие условий. Экологические факторы и здоровье человека. Экопатологии. Базовые потребности и качество жизни. Стресс и тренировка. Генетика человека и генетический груз. Условия воспроизведения здорового потомства. Основные мишени и эффекты агрессивного воздействия окружающей среды на здоровье человека. Жизнь в агро- и урбоэкосистемах; жизнь в экстремальных условиях. Экология человечества. Демографические показатели здоровья населения. Качество жизни, экологический риск и безопасность.

Преднамеренное и непреднамеренное, прямое и косвенное воздействие человека на природу. Экологический кризис. Ограниченность ресурсов и загрязнение среды как факторы, лимитирующие развитие человечества.

2.3. Экономика и правовые основы природопользования.

Проблемы использования и воспроизводства природных ресурсов, их связь с размещением производства. Эколого-экономическая сбалансированность регионов как государственная задача. Экономическое стимулирование природоохранной деятельности. Основы экологического права. Юридические и экономические санкции к производствам, загрязняющим среду. Правовые аспекты охраны природы. Законодательные акты России в области экологии, современный закон Российской Федерации "Об охране окружающей природной среды". Системы государственных стандартов в области окружающей среды. Органы государственного управления и контроля. Профессиональная ответственность за нарушение природоохранного законодательства. Экологический мониторинг. Международное сотрудничество в области охраны окружающей среды.

2.4. Промышленная экология. Инженерная защита окружающей среды.

Антропогенез. Антропогенное воздействие на окружающую среду. Загрязнение окружающей среды. Классификация загрязнений. Виды

загрязнений. Экозащитная техника и технология. Отходы производства, их размещение, детоксикация и реутилизация. Мероприятия по охране воздуха, воды, почвы и сохранению биоразнообразия в условиях современного промышленного производства, агроэкосистем, урбозэкосистем.

Бытовые отходы и проблемы их уничтожения и реутилизации. Борьба с химическими, радиационными, электромагнитными загрязнениями среды в различных техногенных экосистемах.

Экологические катастрофы и бедствия. Определение и прогноз экологического риска. Критерии кризиса и катастрофы.

2.4.1 .Охрана гидросферы.

Вода, ее свойства. круговорот воды в природе. Проблемы использования воды. Классификация и состав природных вод. Процессы, отвечающие за формирование качества воды. Растворение кислорода, самоочищение воды. Проблемы и методы очистки промышленных стоков и сбросов. Методы очистки и методы контроля качества очистных мероприятий.

Основные принципы рационального использования воды. Замкнутые водооборотные циклы. Режимы водопотребления и водоотведения. Очистка сточных вод: механические, химические, физико-химические, биохимические методы очистки.

2.4.2.Охрана атмосферного воздуха.

Структура и свойства атмосферы. круговорот основных веществ в атмосфере. Классификация источников загрязнения атмосферы. Приоритетные загрязняющие вещества. Нормирование качества атмосферы. ПДК, ПДВ. Увеличение количества CO₂, метана, паров воды в атмосфере. Парниковый эффект. Кислотные дожди и закисление почв. Опасность разрушения озонового слоя: роль фреонов, разрушение почв и уничтожение биологических видов хозяйственной деятельности. Стратегия борьбы с кислотными осадками. Защита атмосферы. Методы очистки газовых и аэрозольных выбросов.

2.4.3.Переработка, обезвреживание и утилизация промышленных отходов.

Влияние твердых отходов на окружающую среду. Классификация отходов. Приоритетные антропогенные загрязняющие вещества. Вторичные ресурсы. Вторичное сырье. Создание МОТ, УБОТ и реутилизационных технологий как решение технологических проблем, связанных с производственной деятельностью человека. Критерии малоотходности.

2.4.4. Рациональное использование природных и энергетических ресурсов.

Классификация природных ресурсов, особенности использования и охраны исчерпаемых (возобновимых, относительно возобновимых и невозобновимых) и неисчерпаемых ресурсов. Энергетика биосферы и природный лимит хозяйственной деятельности человека. Ресурсный цикл как антропогенный круговорот вещества. Общие инженерные принципы рационального природопользования. Характеристика энергетических ресурсов. Экологические проблемы энергетики.

Экологические проблемы Ивановской области. Экологические проблемы текстильных предприятий.

Состояние атмосферы, гидросферы и почвы Ивановской области. Приоритетные загрязняющие вещества и ИХ источники. Федеральные и региональные программы по улучшению экологической обстановки в Ивановской области.

Основные технологические процессы текстильных предприятий и выделения вредных веществ, присущие им. Доля текстильных предприятий в общем балансе загрязнений. Системы очистки выбросов и сбросов от текстильных предприятий. Утилизация твердых отходов. Нормирование и ограничение выбросов от текстильных предприятий.

3. Определение вопросов контрольной работы

В соответствии с учебным планом студенты выполняют одну контрольную работу. В контрольной работе студенты должны ответить на два вопроса и решить задачу. Номера двух вопросов контрольной работы определяются по двум последним цифрам зачетной книжки студента по табл. 1.

Вопросы контрольной работы приведены в списке с соответствующими номерами.

Номер задачи определяется последней цифре зачетной книжки, а условие задачи (№ варианта) - по предпоследней цифре зачетной книжки.

Условия задач приведены в прил. 2.

4. Требования к оформлению контрольной работы.

Работа оформляется в отдельной тетради (по возможности набирается на компьютере). Текст должен быть написан разборчиво и аккуратно. Вопросы полностью переписываются. В конце работы обязательно приводится не менее двух использованных литературных источников по вопросам контрольной работы.

Контрольная работа, оформленная небрежно и без соблюдения предъявляемых требований, не рассматривается. Присланная в установленные сроки в адрес академии контрольная работа рецензируется кафедрой и возвращается исполнителю. Незачтенная работа перерабатывается студентом и высылается вторично. Зачтенная контрольная работа предъявляется при сдаче экзамена (зачета) по курсу.

5. Содержание рекомендуемых лабораторных работ по курсу «Экология»

Лабораторная работа № 1.

Экологическая карта России.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить экологическую карту РФ по следующим темам:
 - 1.1. Общая экологическая ситуация на территории РФ. Определить регионы с экологической ситуацией «острая», «очень острая», «благоприятная».
 - 1.2. Загрязнение атмосферы.

- 1.3. Загрязнение вод
- 1.4. Загрязнение почвы, нарушение земель
- 1.5. Нарушение режима лесонасаждений
- 1.6. Радиационное загрязнение окружающей среды
2. Выписать регионы с загрязнением атмосферы - индекс А, с загрязнением поверхностных вод - индекс В, с химическим загрязнением почв - индекс Π_x , с комплексным нарушением земель и истощением недр горными разработками - индекс Н, с обезлесением и деградацией лесных массивов - индекс Л, L_d .
3. Сделать вывод о состоянии окружающей среды в РФ.

Лабораторная работа № 2.

Определение показателей, характеризующих органолептические свойства воды.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить основные понятия.
 - 1.1. Тепловое загрязнение сточных вод.
 - 1.2. Загрязнение вод тяжелыми металлами.
 - 1.3. Загрязнение вод нефтепродуктами.
 - 1.4. Загрязнение вод органическими веществами (красители, фенолы, ПАВ, пестициды).
 - 1.5. Загрязнение вод патогенными бактериями.
2. Получить задание и провести измерения.
3. Сделать вывод об органолептических свойствах взятой пробы воды.

Лабораторная работа №3.

Определение состояния окружающей среды по радиальному приросту древесных растений.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить основные понятия.

- 1.1. Воздействие абиотических факторов окружающей среды растения.
- 1.2. Воздействие биотических факторов окружающей среды на растения.
- 1.3. Воздействие антропогенных факторов среды на растения.
2. Получить задание и произвести измерения.
3. Сделать вывод об изменчивости роста деревьев по годам при воздействии различных факторов окружающей среды.

Лабораторная работа №4.

Загрязнение пищевых продуктов нитратами.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить основные понятия
 - 1.1. Накопление нитратов в растениях.
 - 1.2. Характер воздействия нитратов на организм человека.
 - 1.3. Допустимые нормативы нитратов для человека.
 - 1.4. Приборы для определения нитратов в соке растений.
2. Получить задание и произвести измерения.
3. Сделать вывод о накоплении нитратов в пищевых продуктах.

Лабораторная работа № 5.

Оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха обработанными газами автотранспорта.

Порядок выполнения работы:

1. Изучить основные понятия
 - 1.1. Основные вредные вещества, выбрасываемые в окружающую среду автотранспортом.
 - 1.2. Воздействие вредных веществ автотранспорта на окружающую среду.
 - 1.3. Допустимые нормативы вредных веществ автотранспорта на организм человека.
 - 1.4. Приборы для определения вредных газов.

2. Получить задание и произвести измерения
3. Сделать вывод о количестве выбросов в окружающую среду и предложения по снижению выбросов.

Основная рекомендуемая литература:

1. Общая экология. Учебник для вузов/Автор-составитель А.С. Степановских, - М.: ЮНИТИДАНА , 2001
2. Хотунцев Ю.Л. Экология и экологическая безопасность.- М.: Издательский центр «Академия», 2002
3. Коробкин В.П. , Передельцев Л.В. Экология- Ростов н/Д издательство «Феникс», 2003
4. Горелов А. А. Экология - М.: Юрайт - М, 2002
5. И.И.Мозур, О. И Молдаванов. Курс инженерной экологии - М.:Высшая школа, 2001
6. Федорова А.И., Никольская А.Н. Практикум по экологии и охране окружающей среды – М.: Гуманитарный издательский цент ВЛАДОС, 2003.

Список вопросов контрольной работы.

00.
 1. Проблема ресурсов.
 2. Источники загрязнения атмосферы.
01.
 1. Современные представления о структуре и эволюции биосферы.
 2. Научные основы мониторинга окружающей среды.
02.
 1. Взаимосвязь элементов в экосистемах.
 2. Транспорт и окружающая среда.
03.
 1. Роль биоразнообразия в устойчивости экосистем.
 2. Экологический мониторинг и нормирование загрязнений ОС.
04.
 1. Связь экологии с социальными процессами.
 2. Мероприятия по охране природы.
05.
 1. Экология человека и социальные проблемы.
 2. Нехимические способы борьбы с вредителями в сельском хозяйстве.
06.
 1. Перспективы создания не разрушающих природу технологий.
 2. Экологические подходы к нормированию антропогенных нагрузок.
07.
 1. Экологическая культура человека.
 2. Классификация загрязнений окружающей среды.
08.
 1. Современное понимание экологии как науки о биосфере и экосистемах.
 2. Способы и средства уменьшения загрязнений в окружающей среде.
09.
 1. Проблемы, связанные с односторонним воздействием на биосферу.
 2. Контроль и управление качеством воды в водных объектах.
10.
 1. Связь экологии с социальными процессами.
 2. Рациональное водопотребление для производственных нужд.
11.
 1. Генетические проблемы адаптации.
 2. Инвентаризация вредных выбросов в атмосферу.
12.
 1. Принципы воспроизводства и развития отдельных организмов.
 2. Правовые аспекты охраны природы.
13.
 1. Суточная и сезонная цикличность экологических факторов.

2.Понятие ПДК.

14.
 1. Взаимодействие экологических факторов.
 2. Правовые основы природопользования.
15.
 1. Экологическая ниша и ее роль в экологии.
 2. Научно-технический прогресс и экологические проблемы.
16.
 1. Биологические виды и популяции.
 2. Промышленное производство и его воздействие на окружающую среду.
17.
 1. Динамические характеристики популяции: рождаемость, смертность, скорость роста, выживаемость.
 2. Экологическая экспертиза.
18.
 1. Биоценоз.
 2. Загрязнение атмосферы.
19.
 1. Типы взаимоотношений между организмами.
 2. Загрязнение гидросферы.
20.
 1. Межвидовая конкуренция организмов.
 2. Создание ресурсо- и энергосберегающих производств.
21.
 1. Конкуренция распространение видов в природе.
 2. Утилизация и обезвреживание твердых отходов.
22.
 1. Отношения "хищник-жертва".
 2. Общие инженерные принципы рационального природопользования.
23.
 1. Экосистемы, их развитие и факторы существования.
 2. Ущерб от загрязнения окружающей среды.
24.
 1. Разнообразие видов как основной фактор устойчивости экосистем.
 2. Контроль и управление качеством природной среды.
25.
 1. Роль В.И. Вернадского в формировании современного понятия о биосфере.
 2. Моделирование в экологии и в санитарной охране окружающей среды.
26.
 1. Круговорот химических элементов в биосфере.

2. Нормативно-правовые основы охраны природной среды.
27.
 1. Роль солнечной радиации в жизни на Земле.
 2. Экологическая экспертиза.
28.
 1. Человек в экологии. Его экологическая ниша.
 2. Контроль и управление качеством атмосферного воздуха.
29.
 1. Экология человечества.
 2. Источники загрязнения атмосферы.
30.
 1. Воздействие человека на природу.
 2. Способы очистки газовых выбросов в атмосферу.
31.
 1. Экологический кризис.
 2. Основы рационального использования природных ресурсов.
32.
 1. Загрязнение атмосферы как фактор, лимитирующий развитие человечества.
 2. Укрупненная оценка ущерба от загрязнения водоемов.
33.
 1. Проблема народонаселения.
 2. Контроль и управление качеством воды в водных объектах.
34.
 1. Научно-технический прогресс и природа.
 2. Контроль и управление качеством воды в водных объектах.
35.
 1. Охрана окружающей среды от промышленных выбросов.
 2. Укрупненная оценка ущерба от загрязнения атмосферы.
36.
 1. Проблема питания и производства сельскохозяйственной продукции.
 2. Способы очистки газовых выбросов в атмосферу.
37.
 1. Глобальное загрязнение биосферы: масштабы, последствия.
 2. Флотация как способ очистки промышленных стоков.
38.
 1. Значение и роль удобрений, пестицидов.
 2. Основные направления охраны окружающей среды от промышленных выбросов.
39.
 1. Город как новая среда обитания человека.
 2. Контроль загрязнения почвы.
40.
 1. Урбанизация и ее влияние на биосферу.

2. Понятие об экологическом мониторинге.
41.
 1. Миграция и накопление загрязнений в биосфере
 2. Очистка газов.
42.
 1. Опасность ядерных катастроф.
 2. Природные ресурсы и рациональное их использование.
43.
 1. Красные книги.
 2. Загрязнение литосферы.
44.
 1. Биосферные заповедники.
 2. Природные ресурсы и их классификация.
45.
 1. Задачи экологии, классификация разделов экологии.
 2. Контроль за качеством окружающей среды.
46.
 1. Проблемы углекислоты в биосфере.
 2. Понятие ПДК, классификация веществ по степени опасности для человека.
47.
 1. Парниковый эффект.
 2. Очистка сточных вод.
48.
 1. Кислотные дожди.
 2. Ресурсный цикл как антропогенный круговорот веществ.
49.
 1. Экологические катастрофы и бедствия.
 2. Антропогенные загрязнения окружающей среды.
50.
 1. Проблема ресурсов.
 2. Источники загрязнения атмосферы.
51.
 1. Экологические последствия войн и конфликтов.
 2. Эколого-экономическая эффективность промышленного природопользования.
52.
 1. Международное сотрудничество в области экологии.
 2. Классификация способов очистки сточных вод.
53.
 1. Проблемы загрязнения почвы, воздуха, воды.
 2. Понятие об эффекте суммации.
54.
 1. Допустимая антропогенная нагрузка на окружающую среду.

2. Химические способы очистки сточных вод.
55.
 1. Здоровье и факторы окружающей среды.
 2. Механические способы очистки сточных вод.
56.
 1. Проблемы шума в городах.
 2. Биологические способы очистки сточных вод.
57.
 1. Парниковый эффект.
 2. Способы очистки сточных вод.
58.
 1. Глобальные экологические проблемы человечества.
 2. Экологический подход к водопотреблению предприятий.
59.
 1. Проблема озонового слоя Земли.
 2. Задачи инженерной экологии.
60.
 1. Состав и свойства атмосферы.
 2. Фильтры для очистки сточных вод.
61.
 1. Состав и свойства гидросферы.
 2. Очистка газов.
62.
 1. Состав и свойства литосферы.
 2. Способы очистки газовых выбросов в атмосферу.
63.
 1. Возникновение и история биосферы.
 2. Контроль и управление качеством атмосферного воздуха.
64.
 1. Замкнутые экологические системы.
 2. Основы рационального использования природных ресурсов.
65.
 1. Динамика популяции, ее способность к выживанию.
 2. Проблемы токсичных и ядерных промышленных отходов.
66.
 1. Экологические факторы.
 2. Укрупненная оценка ущерба от загрязнения водоемов.
67.
 1. Понятие экологической ниши.
 2. Контроль загрязнения почвы.
68.
 1. Понятие гомеостаза.
 2. Экологическая экспертиза.
69.
 1. Глобальные изменения климата.

2. Контроль и управление качеством воды в водных объектах.
70. 1. Разнообразие видов как основной фактор устойчивости экосистем.
2. Контроль и управление качеством природной среды.
71. 1. Круговорот химических элементов в биосфере.
2. Нормативно-правовые основы охраны природной среды.
72. 1. Экологические последствия войн и конфликтов.
2. Эколого-экономическая эффективность промышленного природопользования.
73. 1. Международное сотрудничество в области экологии.
2. Классификация способов очистки сточных вод.
74. 1. Проблемы загрязнения почвы, воздуха, воды.
2. Понятие об эффекте суммации,
75. 1. Допустимая антропогенная нагрузка на окружающую среду.
2. Химические способы очистки сточных вод.
76. 1. Здоровье и факторы окружающей среды.
2. Механические способы очистки сточных вод.
77. 1. Проблемы шума в городах.
2. Биологические способы очистки сточных вод.
78. 1. Парниковый эффект.
2. Способы очистки сточных вод.
79. 1. Глобальные экологические проблемы человечества.
2. Экологический подход к водопотреблению предприятий.
80. 1. Проблема озонового слоя Земли.
2. Задачи инженерной экологии.
81. 1. Состав и свойства атмосферы.
2. Устройство комбинированного отстойника.
82. 1. Состав и свойства гидросферы.
2. Очистка газов.
83. 1. Состав и свойства литосферы.
2. Способы очистки газовых выбросов в атмосферу,

84. 1. Возникновение и история биосферы.
2. Контроль и управление качеством атмосферного воздуха.
85. 1. Замкнутые экологические системы.
2. Основы рационального использования природных ресурсов.
86. 1. Динамика популяции, ее способность к выживанию.
2. Проблемы токсичных и ядерных промышленных отходов.
87. 1. Экологические факторы.
2. Укрупненная оценка ущерба от загрязнения водоемов.
88. 1. Понятие экологической ниши.
2. Контроль загрязнения почвы.
89. 1. Понятие гомеостаза.
2. Экологическая экспертиза.
90. 1. Глобальные изменения климата.
2. Контроль и управление качеством воды в водных объектах.
91. 1. Разнообразие видов как основной фактор устойчивости экосистем.
2. Контроль и управление качеством природной среды.
92. 1. Круговорот химических элементов в биосфере.
2. Нормативно-правовые основы охраны природной среды.
93. 1. Значение и роль удобрений, пестицидов.
2. Основные направления охраны окружающей среды от промышленных выбросов.
94. 1. Город как новая среда обитания человека.
2. Контроль загрязнения почвы.
95. 1. Урбанизация и ее влияние на биосферу.
2. Понятие об экологическом мониторинге.
96. 1. Миграция и накопление загрязнений в биосфере.
2. Очистка газов.
97. 1. Опасность ядерных катастроф.
2. Природные ресурсы и рациональное их использование.
98. 1. Красные книги.

- 2. Загрязнение литосферы,
- 99. 1. Биосферные заповедники.
 - 2. Природные ресурсы и их классификация,
- 100. 1. Задачи экологии, классификация разделов экологии,
 - 2. Контроль за качеством окружающей среды.

Приложение 2

Задача 1. Рассчитать экспоненциальный рост численности одноклеточных организмов.

Указания. Расчет произвести по формуле:

$$N_t = N_0 e^{rt},$$

где N_t - численность популяции в момент времени t_0 ; e - основание натурального логарифма, r - показатель, характеризующий темп размножения особей в данной популяции.

Варианты заданий приведены в табл. 1.

Варианты заданий

Таблица 1

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
N_0	$1 \cdot 10^4$	$2 \cdot 10^4$	$3 \cdot 10^4$	$4 \cdot 10^4$	$5 \cdot 10^4$	$6 \cdot 10^4$	$7 \cdot 10^4$	$8 \cdot 10^4$	$9 \cdot 10^4$	$10 \cdot 10^4$
$t, \text{ч}$	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
r	2,0	1,9	1,8	1,7	1,6	1,5	1,4	1,3	1,2	1,1

Пример. Рассчитать экспоненциальный рост бактерий с численностью N_0 в начальный момент, равной $2 \cdot 10^4$ через 8 часов, темп размножения особей $r=2$.

$$N = 2 \cdot 10^4 \cdot 2,718^{8 \cdot 2} = 17,77 \cdot 10^{10}.$$

Задача 2. Рассчитать уровень звукового давления у границы жилой застройки и величину необходимого снижения шума.

Указание. Расчет произвести по формуле:

$$L = L_p - 20 \lg r_i - \frac{\Delta r_i}{1000} - 8 + \Phi,$$

где L_p - активный уровень звуковой мощности одного источника, дБ; r_i - кратчайшее расстояние от центра источника шума до расчетной точки, м; Φ - фактор направлений источника шума, $\Phi=7$; Δ - затухание в атмосфере, принимаем по табл. 2. Допустимые уровни шума на территории жилой застройки принимаем по табл. 3. Варианты заданий приведены в табл. 4.

Затухание звука в атмосфере

Таблица 2

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Затухание шума, дБ/км	0	0,7	1,5	3	6	12	24	48

Допустимые уровни шума на территории жилой застройки

Таблица 3

Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
Допустимые уровни звукового давления, дБ	67	57	49	44	40	37	35	33

Варианты заданий

Таблица 4

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
L_p , дБ	105	100	95	90	85	80	75	70	108	110
r_i , м	25	30	35	40	45	50	55	60	65	70
Среднегеометрические частоты октавных полос, Гц	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000	63	125

Пример. В октавной полосе 63 Гц источник шума создает уровень звуковой мощности $L_p=108$ дБ, $\Phi=7$ дБ, $r_1=30$ м.

$$L=108-20\lg 30-0-8+7=77 \text{ дБ}$$

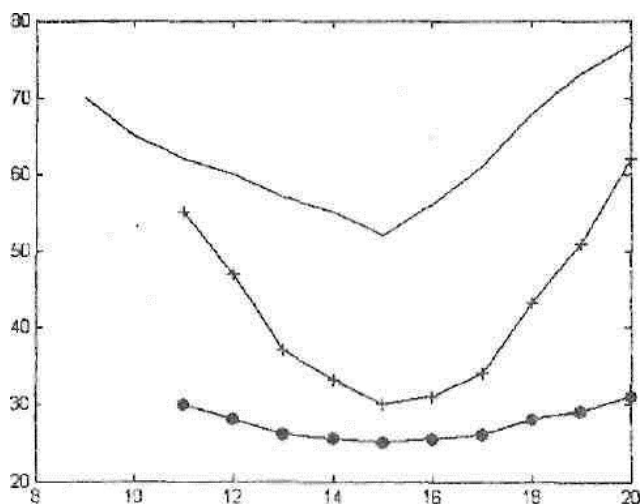
Так как предельно допустимый уровень звукового давления в расчетной точке давления для октавной полосы 63 Гц равен 67 дБ, то необходимо снижение шума на $77-67=10$ дБ.

Задача 3. Определение загруженности улиц транспортом.

Существенной составляющей загрязнения воздушной среды городов являются выхлопные газы автотранспорта.

Загруженность улиц автотранспортом оценивается 3 раза по 20 минут наблюдения по следующим типам автомобилей: легкий грузовой, средний грузовой, тяжелый грузовой (дизельный), автобус, легковой. Подсчет производится в следующее время суток: 8,13,18 часов, ночные часы. Из ряда замеров вычисляется среднее по каждому времени суток. Замеры производятся на следующих типах улиц: городская улица с односторонним движением (набережная, эстакада, высокие насыпи), жилая улица с двухсторонней застройкой, магистральная улица. По оценке движения транспорта по отдельным улицам строится график для каждого типа улиц, где по оси абсцисс откладывается время суток, а по оси ординат число автомобилей.

Пример графика загруженности улицы автотранспортом приведен на рис. 1.



Время суток, час

Рис. 1. Пример графика загрузженности улицы автотранспорта в разное время суток

- автомобили с карбюраторными двигателями,
- |— автомобили с дизельными двигателями;
- - автобусы «Икарус».

Задача 4. Рассчитать средний уровень радиации при радиоактивном заражении местности и установить величину превышения уровня радиации по сравнению с допустимым уровнем.

Указание. Расчет произвести по формуле:

$$P_{\text{ср}} = \frac{K_{\text{осл}} \cdot D_{\text{зад}}}{T},$$

где $K_{\text{осл}}$ – коэффициент ослабления действия радиации с учетом защитных свойств зданий, сооружений, средств передвижения, $K_{\text{осл}}=1,3$; $D_{\text{зад}}$ – заданная доза; T - время пребывания в зоне радиации, связанное с величиной безразмерного уровня радиации на входе в зону А. Варианты заданий приведены в табл. 5. Допустимое время пребывания в зараженном районе приведено в табл. 6.

Варианты заданий

Таблица 5

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Д, Р	1200	1000	800	600	400	200	100	50	20	8
Время, прошедшее после взрыва, ч	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0
А	0,2	0,3	0,5	0,8	1,0	2	1	0,8	0,5	0,3

Допустимое время пребывания в зараженном районе

Таблица 6

А	Время, прошедшее после взрыва, ч									
	0,5	1,0	2,0	3,0	4,0	5,0	6,0	7,0	8,0	10,0
Допустимое время пребывания в зараженном районе: ч-мин										
0,2	0-15	0-14	0-13	0-12	0-12	0-12	0-12	0-12	0-12	0-12
0,3	0-22	0-22	0-20	0-19	0-19	0-19	0-19	0-18	0-18	0-18
0,5	1-02	0-42	0-35	0-34	0-32	0-32	0-32	0-31	0-31	0-31
0,8	2-56	1-23	1-02	0-57	0-54	0-53	0-52	0-51	0-51	0-50
1,0	5-56	2-03	1-23	1-14	1-10	1-08	1-06	1-05	1-05	1-04
2,0	15-62	11-52	4-06	3-13	2-46	2-35	2-29	2-24	2-20	2-16

Задача 5. Рассчитать максимальную приземную концентрацию вредных веществ у земной поверхности.

Указание. Расчет произвести по формуле:

$$C_m = \frac{A \cdot M \cdot F \cdot m \cdot n \cdot \eta}{H^2 \cdot \sqrt[3]{V_1 \cdot \Delta T}},$$

где А- коэффициент стратификации атмосферы; М- масса вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени, г/с; V_1 – объем выбрасываемой газо-воздушной смеси, m^3/s ; Н- высота трубы, м; F- коэффициент, учитывающий оседание частиц в атмосфере, для газа F=1; ΔT – разность между температурой выбрасываемой газо-воздушной смеси T_1 и температурой окружающего атмосферного воздуха T_2 ; η – безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности; m – безразмерный коэффициент, учитывающий условия выхода газов из трубы.

$$m = \frac{1}{0,6 + 0,1\sqrt{f} + 0,34\sqrt[3]{f}},$$

$$f = 10^3 \cdot W_0^2 \cdot \frac{D}{H^2 \Delta T},$$

где W_0 - средняя скорость выхода газов из трубы, м/с;

D – длина трубы, м;

n – безразмерный коэффициент, зависящий от параметра V_m , м/с:

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{V_1 \cdot \Delta T}{H}}$$

При $V_m \leq 0,3$ $n=3$,

$V_m > 2$ $n=1$,

$0,3 < V_m < 2$ $n = 3 - \sqrt{(V_m - 0,3) \cdot (4,36 - V_m)}$.

Варианты заданий

Таблица 7

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
A	160	160	180	180	160	160	180	180	160	160
M, г/с	40	46	50	56	60	62	65	68	70	72
$V_1, \text{м}^3/\text{с}$	9	12,8	17,0	22,4	28,9	60,9	74,6	89,5	105,5	122,9
H, м	30	32	35	37	40	42	45	47	50	55
$T_1, ^\circ\text{C}$	29	30	32	34	36	38	40	42	44	46
$T_2, ^\circ\text{C}$	23	25	26	27	28	29	30	31	32	33
η	1,05	1,07	1,1	1,15	1,18	1,2	1,22	1,24	1,27	1,3
$W_0, \text{м/с}$	32,1	33,6	34,1	35,6	37	42,2	44,2	45,7	46,9	48
D, м	0,6	0,7	0,8	0,9	1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6

Пример. Рассчитать максимальную приземную концентрацию газов от источника загрязнения, находящегося на ветровой оси при следующих параметрах: $H=50$ м, $D=0,6$ м, $V_1=4,27$ м³/с, $T=40^\circ\text{C}$, $M=40$ г/с, $F=1$, $A=160$, температура наружного воздуха $T_1=22^\circ\text{C}$, $W_0=42,2$ м/с.

$$C_m = \frac{160 \cdot 40 \cdot 1,0 \cdot 0,47 \cdot 1,74 \cdot 1,2}{50^2 \cdot \sqrt[3]{4,24 \cdot (40 - 22)}} = 0,58 \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3} \right),$$

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1 \cdot \sqrt{23,7} + 0,34\sqrt[3]{23,7}} = 0,47,$$

$$f = \frac{10^3 \cdot 42,2^2 \cdot 0,6}{50 \cdot \Delta T} = 23,7,$$

$$V_m = 0,65 \cdot \sqrt[3]{\frac{4,24 \cdot (40 - 22)}{50}} = 0,74 \left(\frac{M}{c}\right),$$

$$n = 3 - \sqrt{(0,74 - 0,3) \cdot (4,36 - 0,74)} = 1,74$$

Задача 6. Рассчитать уровень загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода.

Указание. Расчет произвести по формуле:

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot N \cdot K_T) \cdot K_d \cdot K_y \cdot K_c \cdot K_B \cdot K_L,$$

где N – суммарная интенсивность движения автомобилей на городской дороге, авто/час; K_T – коэффициент токсичности автомобилей по выбросам в атмосферу окиси углерода, приведен в табл. 8.

Значения коэффициента токсичности автомобилей K_T

Таблица 8

Тип автомобиля	Коэффициент K_T
Легкий грузовой	2,3
Средний грузовой	2,9
Тяжелый грузовой (дизельный)	0,2
Автобус	3,7
Легковой	1,0

K_d – коэффициент, учитывающий аэрацию местности, приведен в табл.9.

Значения коэффициента K_d

Таблица 9

Тип местности по степени аэрации	Коэффициент K_d
Транспортные тоннели	2,7
Транспортные галереи	1,5
Магистральные улицы и дороги с многоэтажной застройкой с двух сторон	1,0

Жилые улицы с одноэтажной застройкой, улицы и дороги в выемке	0,6
Городские улицы и дороги с односторонней застройкой, набережные, высокие насыпи	0,4
Пешеходные тоннели	0,3

K_y – коэффициент, учитывающий изменение загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода в зависимости от величины продольного уклона, приведен в табл. 10.

Значения коэффициента K_y

Таблица 10

Продольный уклон	Коэффициент K_y
0	1,00
2	1,06
4	1,07
6	1,18
8	1,55

K_C – коэффициент, учитывающий изменение концентрации окиси углерода в зависимости от скорости ветра, приведен в табл. 11.

Значения коэффициента K_C

Таблица 11

Скорость ветра, м/с	Коэффициент K_C
1	2,70
2	2,00
3	1,50
4	1,20
5	1,05
6	1,00

K_B – коэффициент, учитывающий изменение концентрации окиси углерода в зависимости от относительной влажности воздуха приведен в

табл. 12.

Значения коэффициента K_B

Таблица 12

Относительная влажность	Коэффициент K_B
100	1,45
90	1,30
80	1,15
70	1,00
60	0,85
50	0,75

K_D – коэффициент увеличения загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода у пересечений, приведен в табл. 13.

Значения коэффициента K_L

Таблица 13

Тип пересечения	Коэффициент K_L
Регулируемое пересечение:	
-со светофорами обычное	1,8
-со светофорами управляемое	2,1
-саморегулируемое	2,0
Нерегулируемое:	
- со снижением скорости	1,9
- кольцевое	2,2
- с обязательной остановкой	3,0

$K_T = \sum P_i \cdot K_{Ti}$, где P_i – состав автотранспорта в долях единиц, K_{Ti} – коэффициент токсичности автомобилей по табл. 8.

Варианты заданий приведены в табл. 14.

Полученное значение концентрации окиси углерода сравнить с ПДК окиси углерода, равной 5 мг/м^3 , и предложить мероприятия по снижению выбросов.

Варианты заданий

Таблица 14

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Общее число автомобилей в час	130	110	100	96	85	80	76	70	66	50
Из них автобусов	20	20	15	26	13	15	20	8	7	12

остановкой										
------------	--	--	--	--	--	--	--	--	--	--

Пример. Рассчитать уровень загрязнения атмосферного воздуха окисью углерода для следующих условий: магистральная улица города с многоэтажной застройкой с двух сторон, продольный уклон 2°, скорость ветра 4 м/с, относительная влажность воздуха 70%, температура 20°С, расчетная интенсивность движения автомобилей в обоих направлениях - 500 автомобилей в час (N), состав автотранспорта: 10% грузовых автомобилей с малой грузоподъемностью, 10% грузовых автомобилей со средней грузоподъемностью, 5% с большой грузоподъемностью с дизельными двигателями, 5% автобусов и 70% легковых автомобилей.

$$K_T = 0,1 \cdot 2,3 + 0,1 \cdot 2,9 + 0,05 \cdot 0,2 + 0,05 \cdot 3,7 + 0,7 \cdot 0,1 = 1,41$$

$$K_{CO} = (0,5 + 0,01 \cdot 500 \cdot 1,4) \cdot 1 \cdot 1,06 \cdot 1,2 \cdot 1,0 = 8,96 \text{ мг/м}^3$$

Задача 7. Рассчитать кратность начального разбавления при выпуске сточных вод в мелководье при выпуске в нижнюю треть глубины.

Указание. Расчет произвести по формуле:

$$\eta_H = \frac{(q + 0,00158 \cdot V \cdot H_{cp}^2)}{(q + 0,00079 \cdot V \cdot H_{cp}^2)}$$

где V - скорость ветра над водой в месте выпуска сточных вод, м/с; H_{cp} - средняя глубина водоема вблизи выпуска - она зависит от начальной глубины водоема H₀ (табл. 15); q - максимальный часовой расход сточных вод, м³/ч.

Варианты заданий приведены в табл. 16.

Значения средней глубины на участке протяженности l₀

Таблица 15

Начальная глубина H ₀ , м	Протяженность участка l ₀ , м	Средняя глубина H _{cp} , м
3	100	4
5	150	6
7	200	8
9	250	10

Таблица 16

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
q, м ³ /час	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
H ₀ , м	3	5	3	5	3	5	7	9	7	9
V, м/с	5	6	7	8	9	10	5	6	7	8

Пример. Рассчитать кратность начального разбавления при сбросе сточных вод в озеро в объеме q=2000 м³/ч, скорости ветра над водой вблизи выпуска 10 м/с, начальная глубина озера 3,0 м.

$$n_0 = \frac{(2000 + 0,00158 \cdot 10 \cdot 4^2)}{(2000 + 0,00079 \cdot 10 \cdot 4^2)} = 1,00006$$

Задача 8. Рассчитать кратность основного разбавления сточных вод при выпуске в мелководье.

Указание. Расчет произвести по формуле:

$$n_0 = 1 + 0,412 \cdot L_1^{0,627+0,0002L_1},$$

где $L_1 = l \cdot dx$; l - расстояние от места выпуска до контрольного створа, м;

$dx = 6,53 \cdot H_{cp}^{1,17}$; H_{cp} - средняя глубина водоема вблизи выпуска, которая зависит от глубины водоема H_0 (табл. 15).

Варианты заданий приведены в табл. 17.

Варианты заданий

Таблица 17

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
l, м	800	900	1000	1050	1100	1250	1300	1350	1400	1450
H ₀ , м	9	7	5	7	5	3	5	3	5	3

Пример. Рассчитать кратность основного разбавления сточных вод в озере при расстоянии от места выпуска до начального створа $l=1000$ м, начальной глубины водоема $H_0=9,0$ м.

$$L = 1000 \cdot 96,5 = 10,36,$$

$$dx = 6,53 \cdot 10^{1,17} = 96,5 \text{ м},$$

$$n_0 = 1 + 0,412 \cdot 10,36^{0,627+0,0002 \cdot 10,36} = 2,79$$

Задача 9. Рассчитать ПДС для выпуска сточных вод, содержащих фенол, в водохранилище.

Указание. Расчет произвести по формуле:

$$ПДС = q \cdot C_{ПДС}$$

где q - максимальный часовой расход сточных вод, м³/ч; $C_{ПДС}$ - допустимая концентрация загрязняющего вещества, г/м³, где

$C_{ПДС} = n_0 \cdot (C_{ПДК} - C_{\phi}) + C_{\phi}$, где $C_{ПДК}$ - предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, г/м³; C_{ϕ} - фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке выше выпуска сточных вод, г/м³; n_0 - кратность общего разбавления сточных вод в водотоке: $n_0 = 1 + 0,412 \cdot L_1^{0,627+0,0002L_1}$,

где $L_1 = l : dx$;

l - расстояние от места выпуска до контрольного створа;

$$dx = 6,53 \cdot H_{ср}.$$

$H_{ср}$ - определяется в зависимости от H_0 , по табл. 15.

Варианты заданий приведены в табл. 18.

Варианты заданий

Таблица 18

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
q , м ³ /час	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700	1800	1900
$C_{ПДК}$, г/м ³	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03	0,03
C_{ϕ} , г/м ³	0,0005	0,0006	0,0007	0,0008	0,001	0,0011	0,0012	0,0013	0,0014	0,0015
l , м	800	900	1000	1100	1200	1300	1400	1500	1600	1700
H_0 , м	3	5	3	5	3	5	7	9	7	9

Пример. Рассчитать ПДС для выпуска сточных вод, содержащих фенол, в водохранилище с максимальным часовым расходом $q=1600 \text{ м}^3/\text{час}$, расстоянием от места выпуска до контрольного створа 1000 м, начальной глубиной водоема $H_0=9,0 \text{ м}$, фоновой концентрацией фенола $C_{\text{ф}}=0,0013 \text{ г/м}^3$.

$$n_0 = 1 + 0,412 \cdot 10,36^{0,627+0,0002 \cdot 10,36} = 2,79,$$

$$dx = 6,53 \cdot 10^{1,17} = 96,5 \text{ (м)},$$

$$L = 1000:96,5 = 10,36,$$

$$C_{\text{ПДС}} = 2,79 \cdot (0,03 - 0,0013) + 0,0013 = 0,0813 \left(\frac{\text{г}}{\text{м}^3}\right),$$

$$\text{ПДС} = 1600 \cdot 0,0813 = 130 \left(\frac{\text{г}}{\text{ч}}\right).$$

Задача 10. Рассчитать приземную концентрацию пыли в точке, расположенной на расстоянии X от источника загрязнения и находящейся на ветровой оси.

Указание. Расчет произвести по формуле:

$$C = C_{\text{max}} \cdot S_1,$$

где C_{max} – максимальная концентрация вредных веществ у земной поверхности, мг/м^3 ;

S_1 – коэффициент, зависящий от величины $\frac{X}{X_{\text{max}}}$:

$$\text{При } \frac{X}{X_{\text{max}}} \leq 1 \quad S_1 = 3\left(\frac{X}{X_{\text{max}}}\right)^4 - 8\left(\frac{X}{X_{\text{max}}}\right)^3 + 6\left(\frac{X}{X_{\text{max}}}\right)^2,$$

$$\text{при } 1 < \frac{X}{X_{\text{max}}} \leq 8 \quad S_1 = \frac{1,13}{0,13\left(\frac{X}{X_{\text{max}}}\right)^2 + 1},$$

$$\text{при } \frac{X}{X_{\text{max}}} \geq 8 \quad S_1 = \frac{\frac{X}{X_{\text{max}}}}{3,58\left(\frac{X}{X_{\text{max}}}\right)^2 - 35,2\left(\frac{X}{X_{\text{max}}}\right) + 120}.$$

Варианты заданий приведены в табл. 19.

Варианты заданий

Таблица 19

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
C_{max} , мг/м^3	1,08	0,47	0,21	0,14	0,11	0,09	0,08	0,07	0,06	0,055

X_{\max} , м	52	76	127	155	176	194	210	225	239	252
X , м	100	100	200	200	250	250	500	2000	2500	3000

Пример. Рассчитать приземную концентрацию пыли в точке, расположенной на расстоянии 1800 м от источника загрязнения; максимальная концентрация вредных веществ у земной поверхности $C_{\max}=0,1$ мг/м³, $X_{\max}=200$ м.

$$\frac{x}{x_{\max}} = \frac{1800}{200} = 9,$$

$$S_1 = \frac{9}{3,58 \cdot 9^2 - 35,2 \cdot 9 + 120} = 0,097,$$

$$C = 0,1 \cdot 0,097 = 0,0097 \left(\frac{\text{мг}}{\text{м}^3} \right).$$