

**МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

Методические указания
по выполнению практических работ
по дисциплине «МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ»
для студентов направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
Форма обучения: заочная

**Ставрополь
2026**

Оглавление

Введение.....	3
Практическое занятие 1	4
Общие понятия о мониторинге окружающей среды. Единая государственная система экологического мониторинга в России	
Практическое занятие 2	9
Понятие экологического контроля	
Практическое занятие 3	17
Нормативно-правовое обеспечение природоохранной деятельности	
Практическое занятие 4	29
Оценка воздействия вредных веществ, содержащихся в воздухе	
Практическое занятие 5	35
Оценка экологической опасности предприятия	
Практическое занятие 6	39
Загрязнение приземного слоя атмосферного воздуха	
Практическое занятие 7	42
Расчет параметров загрязнения атмосферы	
Практическое занятие 8	61
Загрязнение водоемов	
Практическое занятие 9	63
Экологический менеджмент	
Литература	67

Введение

Методические указания составлены в соответствии с образовательной программой по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», учебным планом и программой дисциплины «Мониторинг среды обитания».

Дисциплина «Мониторинг среды обитания» способствует формированию фундаментальных знаний бакалавров направления «Техносферная безопасность» знаниями о структуре и функционировании различных систем мониторинга, изучение вопросов рационального природопользования и охраны окружающей среды, взаимоотношения природы и общества.

Практические занятия являются необходимым структурным элементом курса дисциплины «Мониторинг среды обитания» и предназначены для укрепления, углубления полученных теоретических знаний и приобретения практических навыков по основным направлениям будущей профессиональной деятельности бакалавров направления "Техносферная безопасность".

В методических рекомендациях изложен теоретический материал, необходимый для выполнения заданий, и конкретные рекомендации по выполнению практических занятий. При подготовке к практическому занятию студенты должны изучить лекционный материал по теме практического занятия, ответить на теоретические вопросы преподавателя и выполнить задания.

Практическое занятие 1

Общие понятия о мониторинге окружающей среды. Единая государственная система экологического мониторинга в России

Цель практического занятия: закрепление теоретических знаний, полученных при изучении темы «Понятие мониторинга естественных и антропогенных изменений»

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части. В результате выполнения практического занятия студент должен знать основные термины и определения по теме дисциплины, уметь определять структурные элементы Единой государственной системы экологического мониторинга, а также владеть навыками выявления приоритетных направлений работы системы.

Актуальность темы практического занятия: обусловлена ухудшением экологической обстановки как на территории РФ, так и в целом на планете.

Теоретическое обоснование

В России организационной формой экологического мониторинга является Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ), которая начала создаваться по инициативе Госкомэкологии России в соответствии со специальным постановлением Правительства, закрепившим на тот момент распределение функций в ЕГСЭМ между центральными органами федеральной исполнительной власти (специально уполномоченными государственными органами в области охраны окружающей среды и других сферах экологического управления) (рис.1).

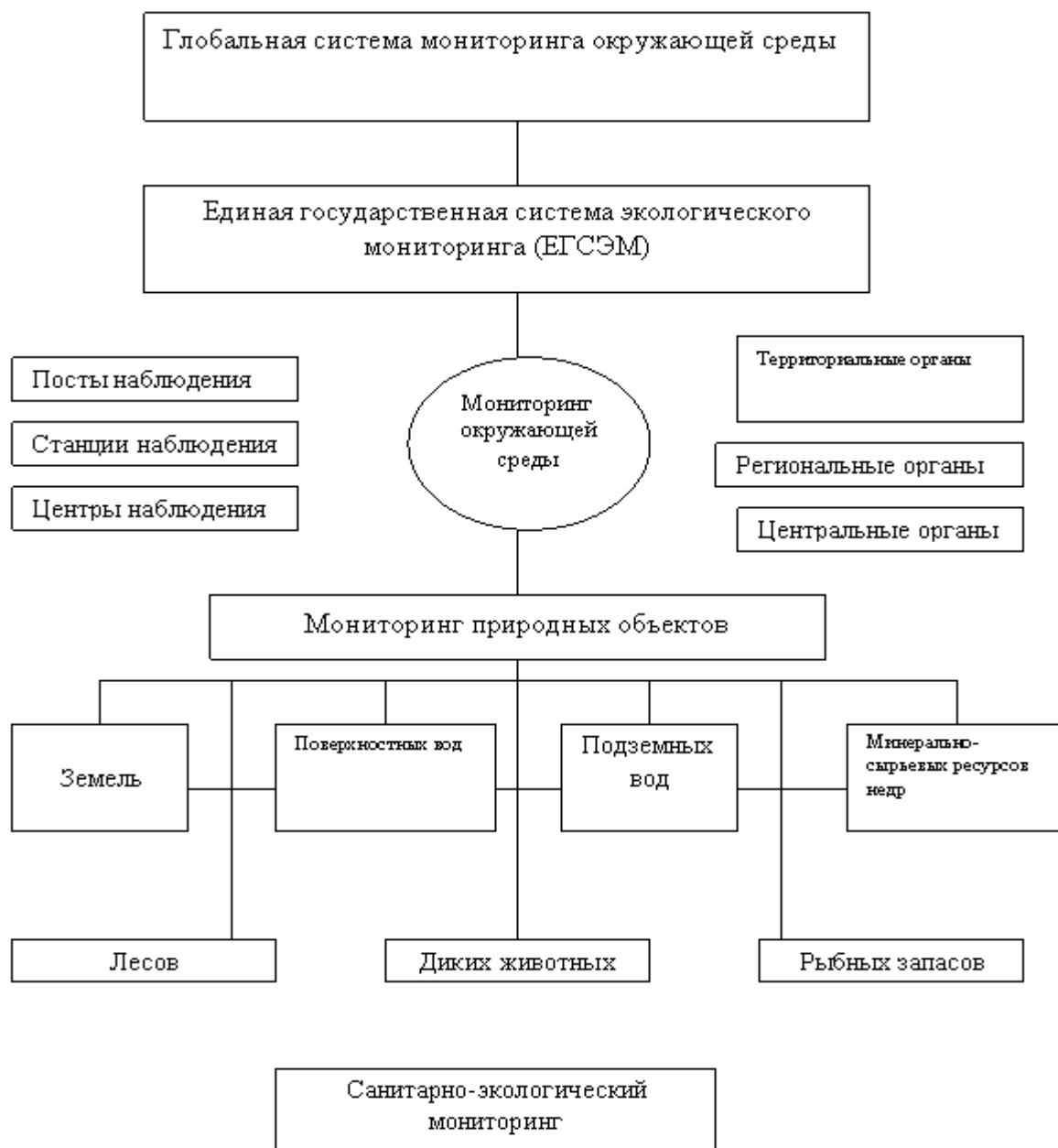


Рис.1. Единая государственная система экологического мониторинга в России

Основные подсистемы ЕГСЭМ и их функции

Распределение функций между центральными органами федеральной исполнительной власти осуществляется в соответствии с нормативными документами, периодически уточняемыми в положениях об этих органах (рис.2)

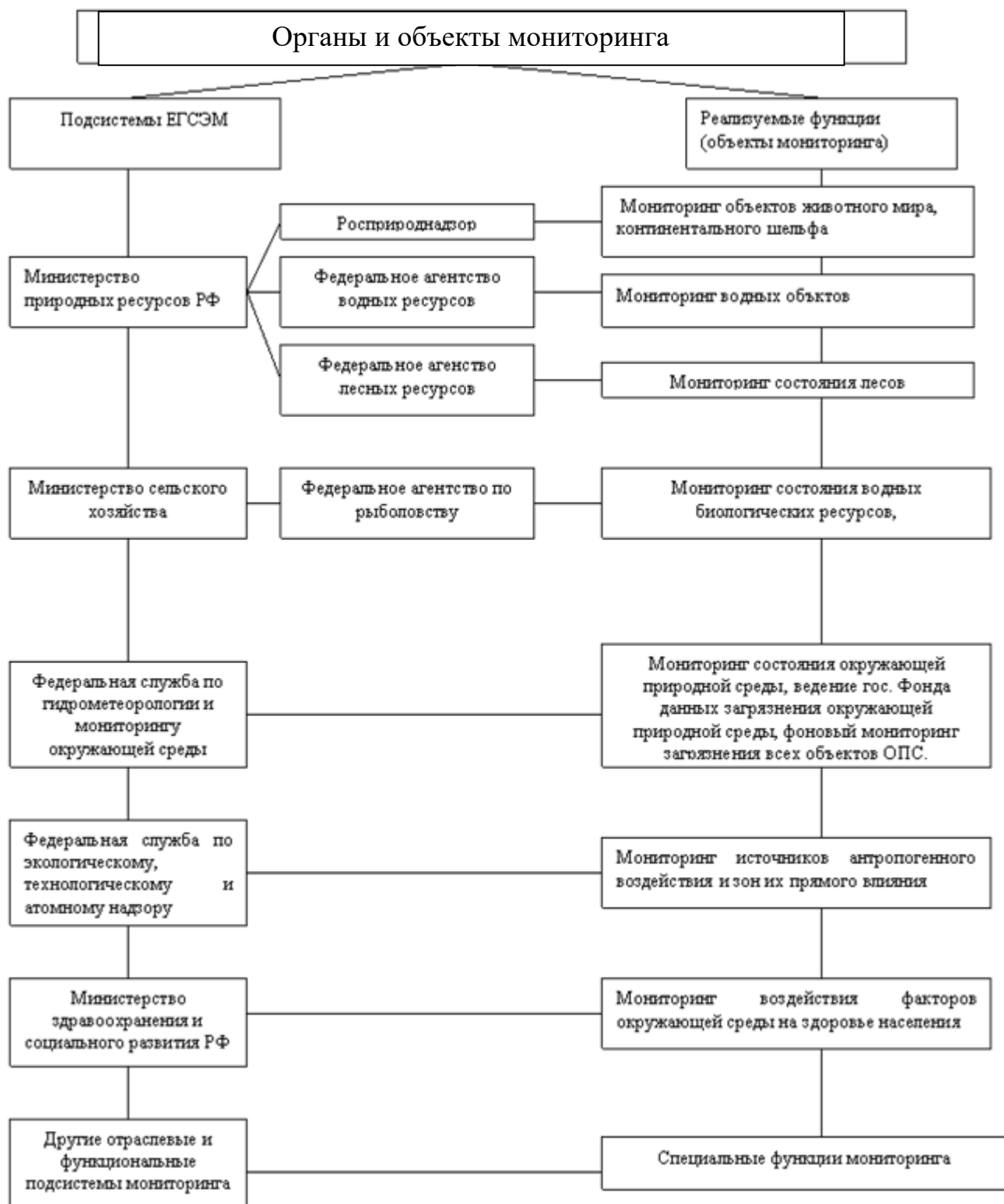


Рис. 2. Основные подсистемы ЕГСМ и их функции

В систему мониторинга должны входить следующие основные процедуры

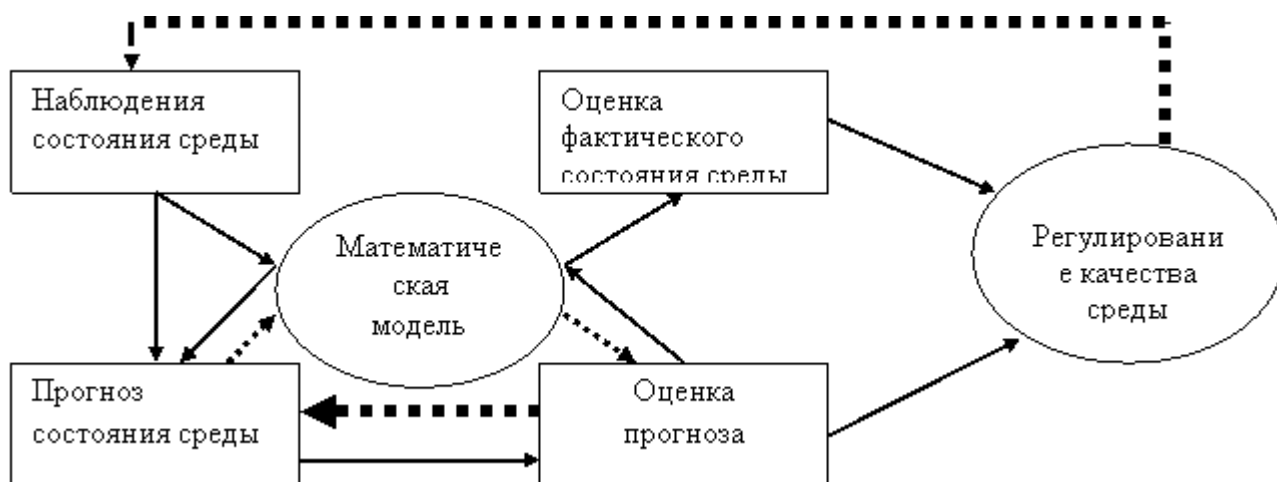


Рис. 3. Блок-схема мониторинга антропогенных воздействий

В структуре ЕГСЭМ существуют **тематические** и **территориальные** подсистемы экологического мониторинга.

Тематические подсистемы осуществляют наблюдение и контроль состояния отдельных объектов экологического мониторинга. Эти подсистемы обеспечивают наблюдение и контроль: экологического состояния объектов окружающей природной среды; экологически безопасного для людей состояния компонентов окружающей природной среды; состояния и качества природных ресурсов, используемых в конкретных видах деятельности; состояния источников антропогенного воздействия на окружающую природную среду.

Тематические подсистемы комплектуются средствами измерения и наблюдения, средствами телекоммуникаций (связи и передачи данных), сбора и обработки информации. Информация, получаемая в тематических подсистемах, интегрируется информационно-аналитическими центрами подсистем.

Территориальные подсистемы ЕГСЭМ создаются в соответствии с административным делением РФ. Построение таких подсистем допускает иерархический принцип, когда экологическая обстановка в городах и районах

требует создания отдельных подсистем экологического мониторинга соответствующего уровня, вплоть до федерального.

Структурными звеньями любой подсистемы ЕГСЭМ являются:

- измерительная система;
- информационная система, включающая в себя базы и банки данных правовой, технико-экономической, санитарно-гигиенической, медицинской и биологической, направленности;
- системы моделирования и оптимизации показателей наблюдаемых объектов;
- системы восстановления и прогноза полей экологических и метеорологических факторов;
- система подготовки решений.

Построение измерительного комплекса систем ЕЭМ основывается на использовании точечного и интегрального методов измерений с помощью:

- стационарных (стационарные посты наблюдения);
- мобильных (автомобили-лаборатории и аэрокосмические средства) систем.

Следует отметить, что аэрокосмические средства привлекаются лишь при необходимости получения крупномасштабных интегральных показателей о состоянии ОС.

Получение информации обеспечивается тремя группами приборов, измеряющими:

- метеорологические характеристики (скорость и направление ветра, температуру, давление, влажность атмосферного воздуха и пр.);
- фоновые характеристики (на уровне ПДК);
- другие концентрации загрязняющих веществ вблизи источников загрязнения ОС. Региональные подсистемы ЕГСЭМ предполагают работу с большими массивами разнообразной информации, включающими данные: по

структуре производства и потребления природных ресурсов региона, гидрометеорологических измерений, о концентрациях вредных веществ в ОС; по итогам картографирования и аэрокосмического зондирования, о результатах медико-биологических и социальных исследований и др.

Одной из основных задач в этом направлении является создание единого информационного пространства, которое может быть сформировано на основе использования современных геоинформационных технологий. Интеграционный характер геоинформационных систем (ГИС) позволяет создать на их основе мощный инструмент для сбора, хранения, систематизации, анализа и представления информации.

Вопросы и задания

1. Сделать конспект теоретической части практической работы;
2. Ознакомьтесь с теоретической частью работы;
3. Зарисуйте схему - Структура ЕГСЭМ;
4. Какие органы федеральной исполнительной власти осуществляют функции мониторинга окружающей среды? Какие объекты они контролируют? Сделайте конспект;
5. Определить категорию опасности локомотивного депо, выбрасывающего в атмосферу загрязняющие вещества (т/год) – исходные данные в таблице 4.

Практическое занятие 2

Понятие экологического контроля

Цель практического занятия: сформировать у студентов понятие экологического надзора и контроля.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части. В результате выполнения практического занятия студент должен знать основные термины и определения по теме практического занятия, уметь определять объекты и субъекты экологического контроля, а также владеть навыками выполнения основных функций контролирующих органов.

Актуальность темы практического занятия: необходимость формирования у студентов культуры обеспечения экологической безопасности

Теоретическое обоснование

Экологический контроль - это правовая мера, направленная на рациональное использование природных ресурсов и охраны окружающей среды от вредных воздействий.

Объектами экологического контроля являются:

- природная среда, ее состояние и изменения;
- деятельность по выполнению обязательных планов и мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей природной среды;
- соблюдение законодательства, правил и нормативов в области природопользования и охраны окружающей природной среды.

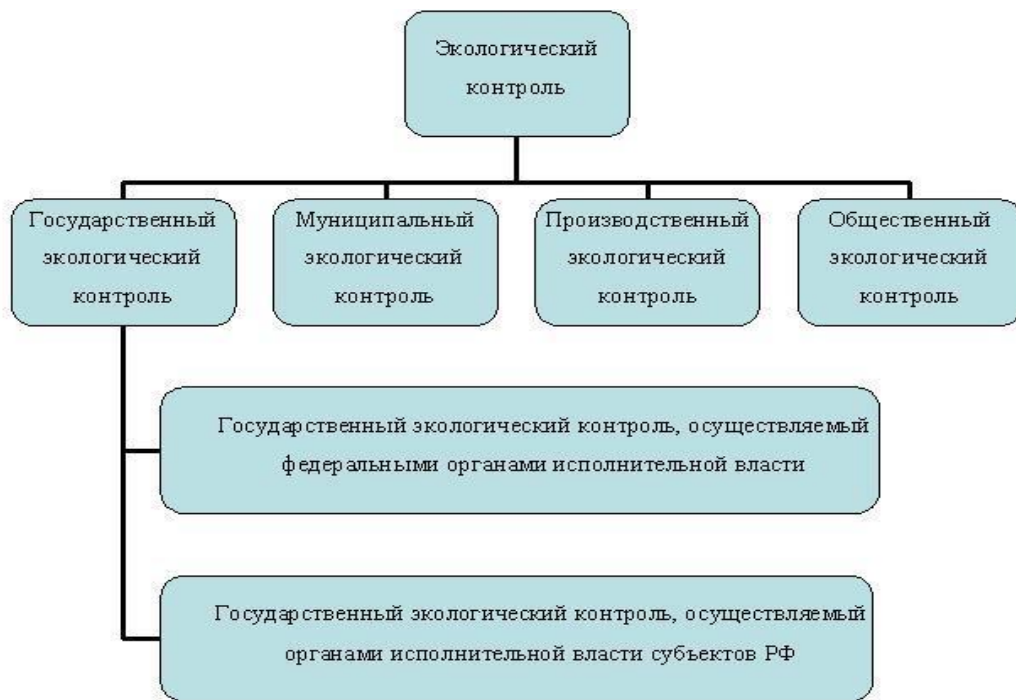


Рисунок 1 – Виды экологического контроля

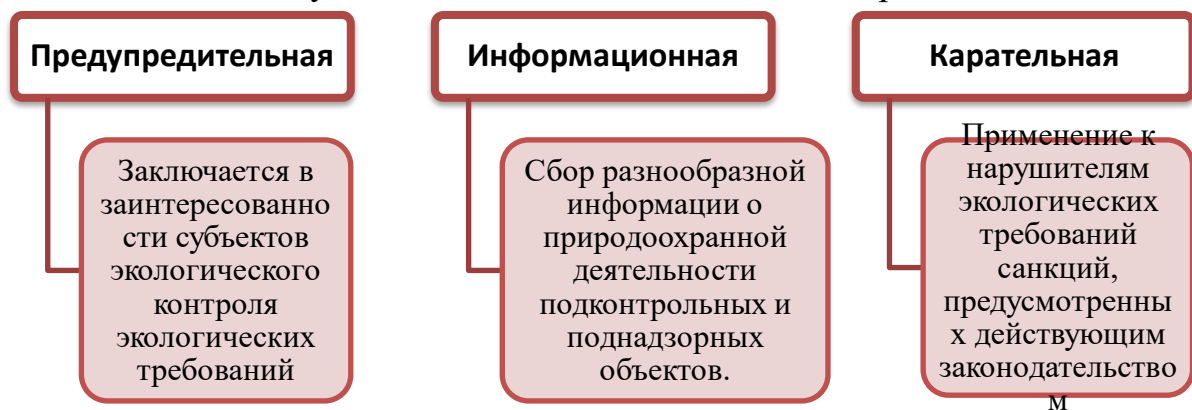


Рисунок 2 – Функции экологического контроля

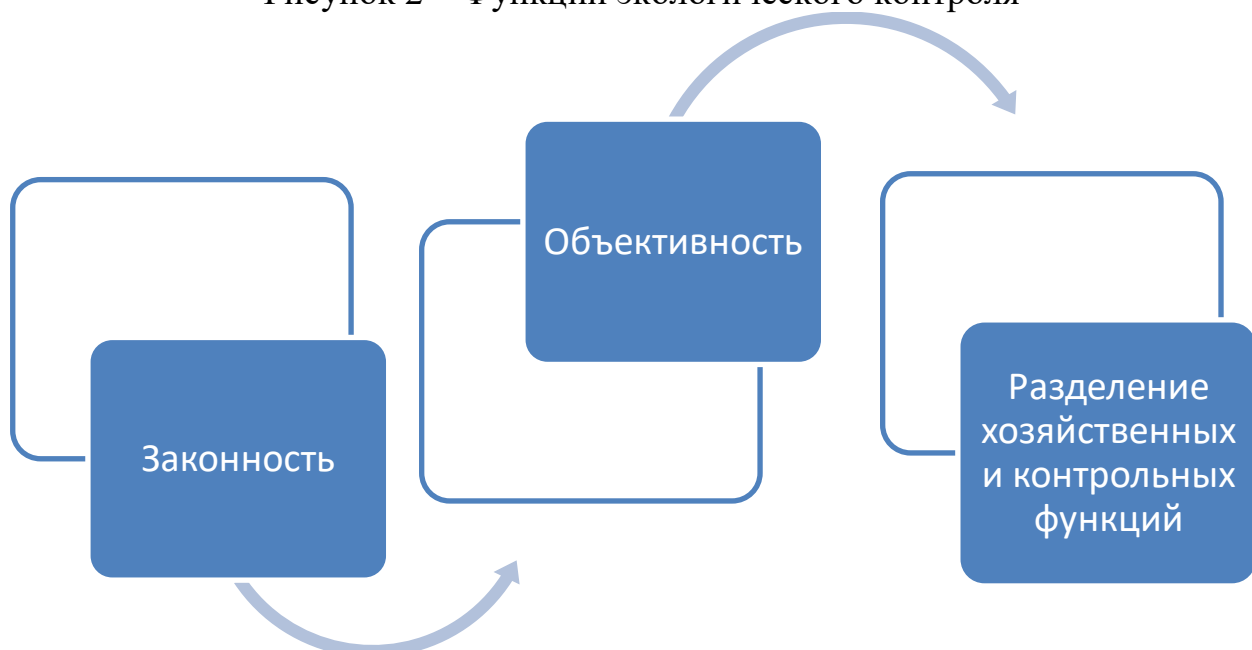


Рисунок 3 – Принципы государственного экологического контроля

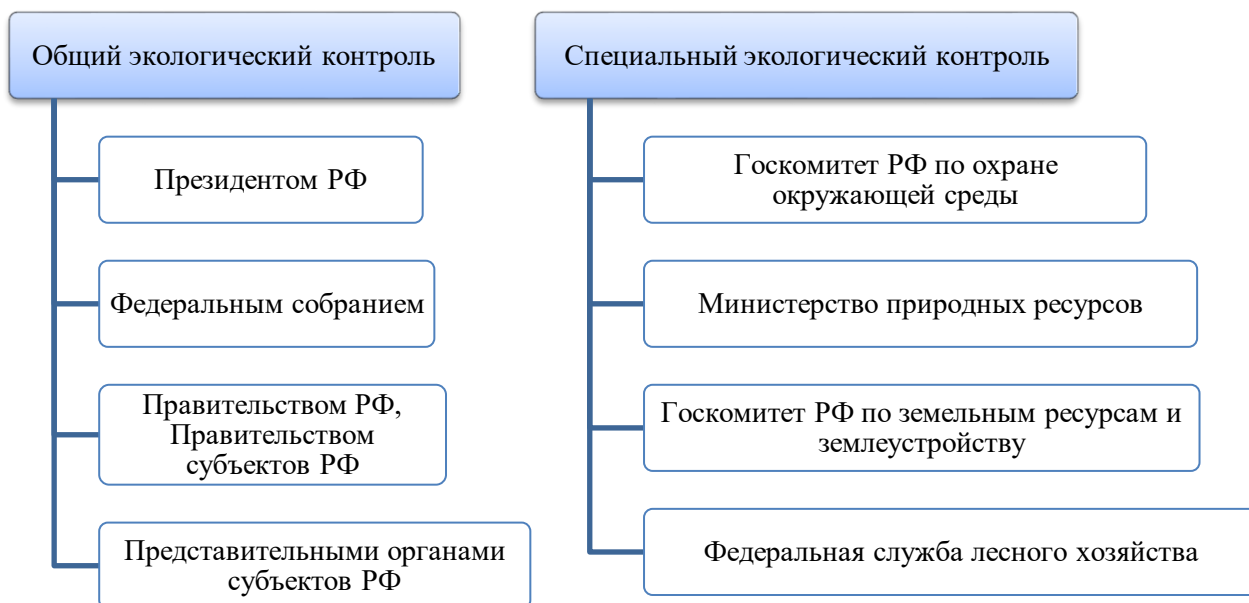


Рисунок 4 – Виды государственного экологического контроля



Рисунок 5 - Специальный экологический государственный контроль



Рисунок 6 - Экологический контроль

Содержание государственного функционального контроля определяется рядом факторов:

- спецификой отрасли
- экологически значимыми задачами, стоящими перед отраслью в целом
- конкретными правами и обязанностями подразделений и лиц, осуществляющих ведомственный контроль.

**Контроль за охраной
атмосферного воздуха:**

Его осуществляют предприятия, которые имеют источники вредных химических, биологических и физических воздействий на атмосферный воздух. Производственный контроль проводится как для стационарных источников загрязнения атмосферного воздуха, так и передвижных источников.

Контроль за сбросами сточных вод:

При производственном контроле за сбросом сточных вод должны вестись наблюдения за:

- 1.расходом, составом и свойствами сточных вод на отдельных звеньях технологической схемы очистки и их соответствием установленным регламентом;
- 2.расходом, составом и свойствами сточных вод, сбрасываемых в водные объекты и их соответствием, установленным нормативам ПДС;
- 3.расходом, составом и свойством сточных вод в местах собственных водозаборов, фоновых и контрольных створах водных объектов, принимающих сточные воды, и за соблюдением норм качества воды в контрольных створах.

Рисунок 7 – Основные направления производственного экологического контроля

Главные задачи производственного экологического контроля:

- проверка выполнения планов и мероприятий по рациональному использованию природных ресурсов и охране окружающей среды
- проверка соблюдения нормативов предельно допустимых воздействий на природу, установленных предприятию
- проверка выполнения иных требований законодательства об окружающей среде

Вопросы и задания

1. Сделать конспект теоретической части практической работы;
2. Рассмотреть основные виды законодательных и нормативно-правовых актов в области охраны окружающей среды;
3. Ответить на тестовые задания:

- Назовите объекты экологического контроля

1. _____

2. _____

3. _____

- Экологический контроль - это ...

а) правовая мера, направленная на рациональное использование природных ресурсов и охраны окружающей среды от вредных воздействий.

б) любое внесение в ту или иную экологическую систему не свойственных ей живых или неживых компонентов, физических или структурных изменений, прерывающих или нарушающих процессы круговорота и обмена веществ, потоки энергии со снижением продуктивности или разрушением данной экосистемы.

в) система мероприятий наблюдения и контроля, проводимых регулярно по определенной программе для оценки состояния окружающей среды, анализа происходящих в ней процессов и своевременного выявления тенденций ее изменения

- Назовите виды экологического контроля

а) государственный, муниципальный, производственный, общественный;

б) предупредительный, общественный, карательный;

в) региональный, глобальный, импактный

- Назовите функции экологического контроля

а) предупредительная, координационная, управленческая;

б) предупредительная, информационная, карательная;

в) организационная, техническая, управленческая.

- Предупредительная функция экологического контроля заключается в...

а) Сборе разнообразной информации о природоохранной деятельности подконтрольных и поднадзорных объектов.

б) Применении к нарушителям экологических требований санкций, предусмотренных действующим законодательством

в)заинтересованности субъектов экологического контроля экологических требований

- *Информационная функция экологического контроля заключается в...*

- а)Сборе разнообразной информации о природоохранной деятельности подконтрольных и поднадзорных объектов.

- б)Применении к нарушителям экологических требований санкций, предусмотренных действующим законодательством

- в)заинтересованности субъектов экологического контроля экологических требований

- *Назовите принципы государственного экологического контроля*

а) масштабность, ответственность, преемственность;

б) законность, объективность, гуманность;

в) оперативность, масштабность, объективность.

- *Назовите виды государственного экологического контроля*

а) глобальный и региональный;

б) общий и специальный;

в) общественный и производственный

- *Общий экологический контроль осуществляется:*

а) Президентом РФ;

б)Госкомитетом РФ по охране окружающей среды

в)Правительством РФ, Правительством субъектов РФ

г) Министерством природных ресурсов

д) верны а) и в)

е) верны б) и г)

ж)верны а) и г).

- *Специальный экологический контроль осуществляется:*

а) Президентом РФ;

б)Госкомитетом РФ по охране окружающей среды

в)Правительством РФ, Правительством субъектов РФ

г) Министерством природных ресурсов

- д) верны а) и в)
- е) верны б) и г)
- ж) верны а) и г).

Ответьте на вопросы к практическому занятию

1. Какие основные задачи решают системы мониторинга окружающей среды?
2. Что означает термин «мониторинг»? Приведите формулировку определения мониторинга, данную программой ЮНЕП в 1974 г.
3. Какие типы классификации экологического мониторинга вы знаете?
4. Какие два основных критерия оценки качества окружающей среды вы знаете? В чем их различие?
5. Какие основные виды ПДК (предельно допустимой концентрации) для воздушной среды вы знаете? Укажите единицы измерения.
6. Приведите два различных вида ПДК для водной среды. В чем их различие? Каковы единицы измерения?
7. Какие существуют интегральные показатели качества воды? Каковы их единицы измерения?
8. Что такое эффект суммации? Приведите примеры.
9. Что означают аббревиатуры ВДК, ОБУВ, ПДЭН? В каких случаях эти показатели применяются для оценки качества среды? Каковы их единицы измерения?

Практическое занятие 3

Нормативно-правовое обеспечение природоохранной деятельности

Цель практического занятия: получение знаний законодательной и нормативно-правовой базы в области защиты среды обитания.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части. В результате выполнения практического занятия студент должен знать нормативно-правовую базу обеспечения экологической безопасности, уметь применять знания в профессиональной деятельности.

Актуальность темы практического занятия: необходимость формирования у студентов правовой культуры природоохранной деятельности

Теоретическая часть

Основу природоохранного законодательства России составляют:

1. Законодательные акты - нормативные правовые акты, принимаемые представительными органами государственной власти. Сюда входят:

- Конституция РФ;
- Федеративные договоры;
- Международные договоры РФ, общепризнанные принципы и нормы международного права;
- Законы, принятые Госдумой и одобренные Федеральным собранием РФ;
- Законы субъектов РФ.

2. Подзаконные акты. Это акты, принимаемые Президентом РФ, Правительством РФ, органами исполнительной власти субъектов РФ.

3. Нормативные документы, разрабатываемые на основе подзаконных актов, к которым относятся различные Правила, Положения, Инструкции. Они устанавливают принципы организации работ по обеспечению охраны окружающей среды.

4. Система государственных стандартов (ГОСТы системы «Охрана природы»), санитарные правила и нормы (СанПиНы), строительные нормы и правила (СНиПы), санитарные нормы (СН).

Конституция РФ (от 12 декабря 1993 г.) играет основополагающую роль, как и в любой иной области, в регулировании отношений собственности на природные ресурсы, охране окружающей природной среды, признании, охране и защите экологических прав граждан РФ.

В Конституции закрепляются права и свободы человека и гражданина: ст. 2 «человек - высшая ценность»; ст. 20 «каждый имеет право на жизнь».

Центральное место среди экологических норм Конституции РФ занимает ст. 9, ч.1, где указывается, что земля и другие природные ресурсы в РФ используются и охраняются как основа жизни и деятельности народов, проживающих на соответствующих территориях.

В продолжение этого положения в ст. 42 закрепляется право каждого человека на благоприятную окружающую среду, на достоверную информацию о ее состоянии и на возмещение ущерба, причиненного его здоровью и имуществу экологическим правонарушением, аварией, катастрофой, стихийным бедствием или иным неблагоприятным воздействием окружающей природной среды.

Наряду с Конституцией РФ к основным источникам экологического права относятся Федеративные договоры о разграничении предметов ведения и полномочий между федеративными органами государственной власти РФ и органами власти суверенных республик, краев, областей, г. г. Москвы и Санкт-Петербурга, автономных областей и округов, подписанные 31 марта 1992г.

Международные договоры, соглашения и конвенции в области ООС, в которых участвует Россия, являются источниками национального экологического права. Они обладают приоритетом перед нормами, предусмотренными национальным законодательством. В каждом законе РФ содержится формула: если международным договором РФ установлены иные правила, чем предусмотренные законом, то применяют правила международного договора. Россия является участницей более 70 многосторонних международных договоров, соглашений и конвенций,

например: Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния, (1979 г.), Венская Конвенция об охране озонового слоя, (1985 г.); Рамочная конвенция об изменении климата, (1992 г.); Конвенция о биологическом разнообразии, (1992 г.) и др.

В правовом государстве основным источником экологического права должен быть закон. Это означает, прежде всего, что в законах должны быть адекватно урегулированы экологические права и интересы человека и гражданина, механизм их обеспечения и защиты.

Особое место закона в системе экологического права обусловлено тем, что все другие нормативные акты как источники права носят подзаконный характер и разрабатываются в соответствии с ним.

Основные законы РФ в области ООС:

1. Закон РФ «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ, принятый 20 декабря 2001 г (ред. от 13.07.2015 г)

2. [Федеральный закон от 23.11.1995 N 174-ФЗ \(ред. от 13.07.2015\) "Об экологической экспертизе"](#).

3. [Федеральный закон от 09.01.1996 N 3-ФЗ \(ред. от 19.07.2011\) "О радиационной безопасности населения"](#).

4. Федеральный закон от 14.03.1995 N 33-ФЗ (ред. от 13.07.2015) "Об особо охраняемых природных территориях" (с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015) и др.

Основные законы в области охраны природных ресурсов:

1. [Федеральный закон от 04.05.1999 N 96-ФЗ \(ред. от 13.07.2015\) "Об охране атмосферного воздуха"](#).

2. Федеральный закон от 24.06.1998 N 89-ФЗ (ред. от 29.06.2015) "Об отходах производства и потребления" (с изм. и доп., вступ. в силу с 01.07.2015)

3. ["Земельный кодекс Российской Федерации" от 25.10.2001 N 136-ФЗ \(ред. от 13.07.2015\) \(с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015\)](#).

4. ["Водный кодекс Российской Федерации" от 03.06.2006 N 74-ФЗ \(ред. от 13.07.2015\) \(с изм. и доп., вступ. в силу с 24.07.2015\).](#)

5. ["Лесной кодекс Российской Федерации" от 04.12.2006 N 200-ФЗ \(ред. от 13.07.2015\).](#) и др.

Подзаконные акты - их правовое содержание предопределяется обязательностью соответствия требованиям закона. Подзаконные акты, принятые с нарушением этого правила, не могут применяться. В соответствии со ст. 90 Конституции РФ Президент России принимает акты в виде Указов и Распоряжений, которые обязательны для исполнения на всей территории России. Как подзаконные акты они не должны противоречить Конституции и Федеральным законам. Круг отношений, регулируемых нормативными правовыми актами Президента, весьма широк. Например, им были подписаны следующие документы:

- Указ Президента РФ от 04.02.1994 N 236 "О государственной стратегии Российской Федерации по охране окружающей среды и обеспечению устойчивого развития"

- Указ от 01. 04. 1996 г. «О концепции перехода РФ к устойчивому развитию».

- Распоряжение от 26. 07. 1995 г. «Вопросы государственного надзора за ядерной и радиационной безопасностью» и др.

В соответствии со ст. 115 Конституции РФ Правительство РФ издает Постановления и Распоряжения на основании и во исполнение Конституции, Федеральных законов, нормативных Указов Президента. Постановления и распоряжения Правительства в случае их противоречия Конституции, ФЗ и Указам Президента могут быть отменены Указом Президента РФ. Постановления в области ООС на своих территориях могут принимать и органы исполнительной власти субъектов РФ. Например, Правительством РФ и администрацией Алтайского края были приняты следующие нормативные акты в области ООС:

Постановление Правительства РФ от 03. 08. 1992 г. «Об утверждении порядка разработки и утверждения экологических нормативов выбросов и сбросов загрязняющих веществ в окружающую природную среду, лимитов использования природных ресурсов, размещения отходов».

Постановление Правительства РФ от 28. 08. 1992 г. «Об утверждении порядка определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия».

Постановление Правительства РФ от 03. 11. 1994 г. «О мерах по улучшению экологического образования населения».

Разновидностью источников экологического права являются нормативные правовые акты министерств и ведомств. При этом акты специально уполномоченных государственных органов в области ООС, наделенные неведомственной компетенцией, являются обязательными для других министерств и ведомств, юридических физических лиц, общественных объединений. Госкомприроды РФ и другие комитеты приняли широкий круг нормативных правовых актов, включая различные Инструкции, Положения:

Инструкция по нормированию выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу и водные объекты, утвержденная приказом Госкомприроды СССР 11. 09. 1989 г.

Положение об оценке воздействия на окружающую среду в РФ , утвержденное Минприроды России 18. 07. 1994 г. и др.

Важную роль в качестве источников экологического права играют нормативные акты, принятые специально уполномоченными государственными органами в области ООС в соответствующих сферах:

Службами санэпиднадзора РФ – в области санитарной охраны окружающей природной среды. Это различные Санитарные Правила и Нормы (СанПиНы), Гигиенические Нормативы (ГН), например:

1. СанПиН 2. 1. 6. 575- 96 «Гигиенические требования к охране атмосферного воздуха населенных мест».

2. ГН 2. 1. 5. 558- 96 «ПДК и ОБУВ вредных веществ в воде водных объектов хозяйственно- питьевого и культурно- бытового назначения».

3. ГН 11. 546- 96 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды» и др.

Министерством строительства России издаются нормативные акты в части выполнения экологических требований при проектировании строительства, проведении строительства различных объектов, например:

1. Строительные нормы и правила. СНиП III- 70- 75. «Благоустройство территорий».

2. СНиП 3. 01. 01- 85. «Организация строительного производства», которые содержат раздел «Охрана окружающей среды» и др.

Система природоохранных стандартов в РФ включает государственные, отраслевые стандарты и стандарты предприятий. Государственные стандарты по охране природы разрабатываются давно и выделены в отдельную систему стандартизации. Система государственных стандартов "Охрана природы" объединяет девять подсистем, каждая из которых представляет собой комплекс организационно- методических документов в области охраны того или иного компонента среды или природы в целом. Наиболее разработанными в настоящее время являются подсистемы "Гидросфера", "Атмосфера", "Земля". Всего в рамках данной системы создано более 40 государственных стандартов и других нормативно-технических документов.

Основные положения систем стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов, задачи и направления стандартизации, типовая структура, объекты и классификация системы стандартов утверждены в 1976 г. и содержатся в ГОСТ 17.0.0.01-76 "Система стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов. Основные положения".

Стандартизация в области охраны природы направлена на решение следующих задач:

- ограничение поступления в окружающую среду промышленных, транспортных, сельскохозяйственных и бытовых сточных вод и выбросов в целях снижения содержания загрязняющих веществ, в атмосфере, природных водах и почве до количества, не превышающих ПДК;
- рациональное использование и охрана водотоков, внутренних водоемов и морей, их водных и биологических ресурсов;
- упорядочение землеустроительных работ, охрана и рациональное использование земли, соблюдение оптимальных нормативов отвода земель для нужд строительства, промышленности и транспорта, сохранение и рациональное использование биологических ресурсов;
- обеспечение воспроизводства диких животных, поддержания в благоприятном состоянии среды их обитания;
- сохранение генофонда растительного и животного мира, в том числе редких и исчезающих видов;
- охрана природно-заповедных объектов;
- улучшение использования недр.

В составе программы природоохранной стандартизации выделены пять уровней: международный, региональный, государственный, отраслевой, предприятий и восемь объектов (блоков):

- 0 - основные положения;
- 1 - термины, определения, классификация;
- 2- показатели качества природных сред, параметры загрязняющих выбросов и сбросов, показатели интенсивности использования природных ресурсов;
- 3 - правила охраны природы и рационального использования природных ресурсов;
- 4 - методы определения параметра состояния природных объектов и интенсивности хозяйственных воздействий;

5 - требования к средствам контроля и измерений состояния окружающей среды;

6 - требования к устройствам, аппаратам и сооружениям по защите окружающей среды от загрязнений

7 прочие стандарты (надзор за внедрением, эффекты от внедрения и т. д.).

В соответствии с этими положениями природоохранные стандарты объединены в комплексы. В обозначение этих стандартов входит: номер системы по классификатору (17.); шифр комплекса; шифр группы; порядковый номер стандарта; год регистрации стандарта.

Например, ГОСТ 17.1.1.01-77 "Охрана природы. Гидросфера. Охрана и использование вод. Основные термины и определения" включает номер системы 17.; шифр комплекса "Гидросфера" 1; шифр группы (термины, определения, классификации) 1; порядковый номер стандарта- 01; год регистрации стандарта 77.

Комплексы системы стандартов в области охраны природы согласно ГОСТ 17.0.0.01-76 приведены в таблице 1:

Таблица 1- Комплексы системы стандартов в области охраны природы

Наименование	Шифр	Кодовое наименование
Комплекс организационно-методических стандартов в области охраны природы и улучшения использования природных ресурсов	0	-
Комплекс стандартов в области охраны и рационального использования вод	1	Гидросфера
Комплекс стандартов в области защиты атмосферы	2	Атмосфера
Комплекс стандартов в области рационального использования биологических ресурсов	3	Биологические ресурсы
Комплекс стандартов в области охраны и рационального использования почв	4	Почвы
Комплекс стандартов в области улучшения использования земель	5	Земли
Комплекс стандартов в области охраны флоры	6	Флора
Комплекс стандартов в области охраны фауны	7	Фауна
Комплекс стандартов в области охраны и преобразования ландшафтов	8	Ландшафты

Комплекс стандартов в области рационального использования и охраны недр	9	Недра
---	---	-------

В марте 1992 г. четвертая сессия Верховного Совета РСФСР приняла Закон «Об охране окружающей природной среды». В комплексе с мерами организационного, правового, экономического и воспитательного воздействия он призван способствовать формированию и укреплению экологического правопорядка и обеспечению экологической безопасности на территории России.

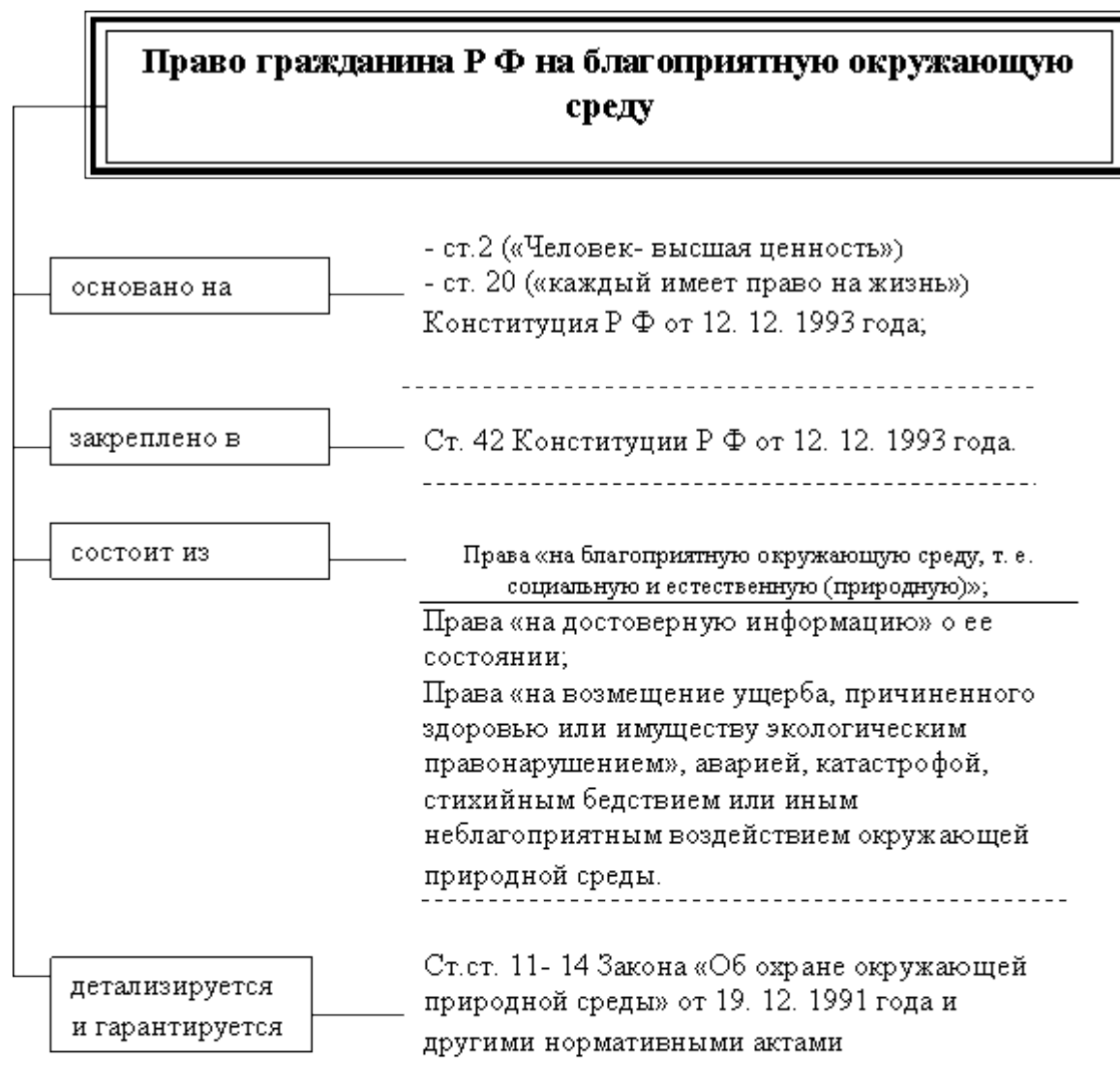
Этот закон был разработан на основе проекта кафедры экологического права МГУ им. М. В. Ломоносова с участием широкого круга ученых и специалистов. Закон содержит свод правил охраны окружающей природной среды в условиях хозяйственного развития и является, таким образом, экологическим Кодексом России.

Два обстоятельства вызвали необходимость его разработки и принятия - нарастающий экологический кризис и перспективы перехода к рыночной экономике. Принятием Закона «Об охране окружающей природной среды» в России был устранен существовавший пробел в природоохранном законодательстве.

В соответствии со ст. 4 Закона охране подлежат:

- естественные экосистемы, озоновый слой атмосферы;
- земля (на глубину почвенного слоя); ее недра (часть земной коры, расположенная ниже почвенного слоя и дна водоемов и простирающаяся до глубин, доступных для геологического изучения и освоения, а также участки поверхности земли, которые содержат выходы полезных ископаемых); поверхностные и подземные воды, а также снежники и ледники;
- атмосферный воздух;
- леса и иная растительность, которая произрастает на землях лесного фонда;

- животный мир (все дикие животные, находящиеся в состоянии естественной свободы);
- микроорганизмы, генетический фонд;
- природные ландшафты;
- особой охране подлежат государственные природные заповедники, природные заказники, памятники природы редкие или исчезающие виды растений и животных и места их обитания



Права и обязанности граждан на охрану их здоровья и имущества от неблагоприятного воздействия окружающей природной среды составляют «Экологические права и обязанности»- важную группу прав гражданина Р Ф.

Вывод: это право носит глобально общегуманистический характер, регулируется нормами национального права и международными соглашениями, признаваемыми Р Ф

Рисунок 8.1–Право граждан РФ на благоприятную окружающую среду [44]

Основная идея закона. Задачи его можно подразделить на три части:

- охрана природной среды, а через нее и здоровье человека;

- предупреждение вредного воздействия хозяйственной или иной деятельности;
- оздоровление окружающей среды, улучшение ее качества.

Вопросы и задания

6. Сделать конспект теоретической части практической работы;
7. Рассмотреть основные виды законодательных и нормативно-правовых актов в области охраны окружающей среды;
8. На данном практическом занятии распределить темы докладов по данной тематике (виды документов, цели, задачи, основное содержание документов).

Практическое занятие 4

Оценка воздействия вредных веществ, содержащихся в воздухе

Цель практического занятия: приобретение знаний о способах и методах оценки воздействия вредных веществ на атмосферу

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части. В результате выполнения практического занятия студент должен знать основные показатели опасности вредных веществ, уметь проводить характеристику веществ, а также владеть навыками оценки воздействия вредных веществ на атмосферу города.

Актуальность темы практического занятия: необходимость развития у бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» способностей выявления степени экологической опасности объектов и территорий.

Теоретическая часть

Для обеспечения жизнедеятельности человека необходима воздушная среда определённого качественного и количественного состава. Нормальный газовый состав воздуха следующий (об. %): азот – 78,02; кислород – 20,95; углекислый газ – 0,03; аргон, неон, криптон, ксенон, радон, озон, водород – суммарно до 0,94. В реальном воздухе, кроме того, содержатся различные примеси (пыль, газы, пары), оказывающие вредное воздействие на организм человека.

Основной физической характеристикой примесей в атмосферном воздухе и воздухе производственных помещений является концентрация массы (мг) вещества в единице объёма (м^3) воздуха при нормальных метеорологических условиях.

Нормирование содержания вредных веществ (пыль, газы, пары и т.д.) в воздухе проводят по предельно допустимым концентрациям (ПДК).

ПДК – максимальная концентрация вредных веществ в воздухе, отнесённая к определённому времени осреднения, которая при периодическом воздействии или на протяжении всей жизни человека не оказывает ни на него, ни на окружающую среду в целом вредного воздействия (включая отдалённые последствия).

Содержание вредных веществ в атмосферном воздухе населённых мест нормируют по списку Минздрава № 3086 – 84 (1,3), а для воздуха рабочей зоны производственных помещений – по ГОСТ 12.1.005.88 ССБТ. Общие санитарно-гигиенические требования к воздуху рабочей зоны.

Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населённых пунктов нормируют по максимально разовой и среднесуточной концентрации примесей.

ПДК_{max} – основная характеристика опасности вредного вещества, которая установлена для предупреждения возникновения рефлексных

реакций человека (ощущение запаха, световая чувствительность и др.) при кратковременном воздействии (не более 30 мин.)

ПДК_{сс} – установлена для предупреждения общетоксического, канцерогенного, мутагенного и другого влияния вредного вещества при воздействии более 30 мин.

ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это такая концентрация, которая при ежедневном воздействии (но не более 41 часа в неделю) в течение всего рабочего стажа не может вызвать заболеваний или отклонений в состоянии здоровья человека, обнаруживаемых современными методами исследований, в период работы или в отдалённые сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Таблица 1 - Пример решения оценки воздействия вредных веществ, содержащихся в воздухе

Вариант	Вещество	Концентрация вредного вещества, мг/м ³				Класс опасности	Особенности воздействия	Соответствие нормам каждого из веществ в отдельности		
		фактическая	В воздухе рабочей зоны	Максимально разовая < 30 мин	Среднесуточная >30 мин			В воздухе рабочей зоны	В воздухе населённых пунктов при времени воздействия	
									<30 мин	>30 мин
	азота диоксид	0,5	2	0,085	0,04	2	0	<ПДК +	>ПДК -	>ПДК -
	ацетон	0,2	200	0,35	0,35	4	-	<ПДК +	<ПДК +	<ПДК +
	бензол	0,05	5	1,5	0,1	2	К	<ПДК +	?ПДК +	<ПДК +
	фенол	0,01	0,3	0,01	0,003	2	–	<ПДК +	=ПДК +	>ПДК -
	углерода оксид	10	20	5	3	4	Ф	?ПДК +	?ПДК -	?ПДК -
	Винилацетат	0,1	10	0,15	0,15	3	-	<ПДК +	?ПДК +	?ПДК +

Вывод: ПДК вредных веществ в воздухе рабочей зоны находится в норме. В воздухе населённых пунктов при времени воздействия менее или 30 минут ПДК диоксида азота, оксида углерода превышает норму, при воздействии свыше 30 минут, также ПДК диоксида азота, оксида углерода и фенола. Следовательно, производство является вредным для людей, проживающих рядом. Необходимо принять соответствующие меры.

Вопросы и задания

1. Получив методические указания по практическим занятиям, переписать форму табл.2 на чистый лист бумаги.
2. Используя нормативно-техническую документацию (таблица 2), заполнить графы 4...8 табл.2.
3. Выбрав вариант задания (табл. 3), заполнить графы 1...3 (табл.2).
4. Сопоставить заданные по варианту (табл.4) концентрации вещества с предельно допустимыми (табл.2) и сделать вывод о соответствии нормам содержания каждого из веществ в графах 9...11 (табл.2), т.е. < ПДК, > ПДК, = ПДК, обозначая соответствие нормам знаком «+», а несоответствие знаком «-».
5. Подписать отчёт и сдать преподавателю.

Таблица 2 – Решение задачи

вариант	вещество	Концентрация вредного вещества, мг/м ³				Класс опасности	Особенности воздействия	Соответствие нормам каждого из веществ		
		Фактическая	В воздухе рабочей зоны	В воздухе населённых пунктов				В воздухе рабочей зоны	В воздухе населённых пунктов при времени воздействия	
				максимально разовая	среднесуточная				< 30 мин	>30 мин
				≤30 мин	>30 мин					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
01	Оксид углерода	5	20	5	3	4	0	<ПДК (+)	=ПДК (+)	>ПДК (-)

В настоящем задании рассматривается только независимое действие представленных в варианте вредных веществ.

Таблица 3 – Варианты исходных данных

Ва-		Факти	Ва-		Факти	Вар		Фак-
-----	--	-------	-----	--	-------	-----	--	------

ри- ант	Вещество	ч. конце нтрац ия	ри- ант	Вещество	ч. конце нтрац ия	иан т	Вещество	тич. концен трация
01	Фенол Азота оксиды Углерода оксид Вольфрам Полипро-пилен ацетон	0,001 0,1 10 5 5 0,5	04	Озон Метило-вый спирт Ксилол Азота диоксид Формальдег ид Толуол	0,01 0,2 0,5 0,5 0,01 0,05	07	Этиловый спирт Углерода оксид Озон Серная кислота Соляная кислота Сернистый ангидрид	150 15 0,01 0,05 5 0,5
02	Аммиак Ацетон Бензол Озон Дихлорэтан Фенол	0,01 150 0,05 0,001 5 0,5	05	Акролеин Дихлор-этан Озон Углерода оксид Формаль- дегид Воль-фрам	0,01 5 0,01 15 0,02 4	08	Аммиак Азота диоксид Вольфрамовый ангидрид Хрома оксид Озон дихлорэтан	0,5 1 5 0,2 0,001
03	Акролеин Дихлорэтан Хлор Углерода оксид Сернистый ангидрид Хрома оксид	0,01 4 0,02 10 0,03 0,1	06	Азота диоксид Аммиак Хрома оксид Сернистый ангидрид Ртуть акролеин	0,04 0,5 0,2 0,5 0,001 0,01	09	Азота диоксид Озон Углерода оксид Дихлорэтан Сода кальцинированная Ртуть	5 0,001 10 5 1 0,001
10	Ацетон Углерода оксид Кремния диоксид Фенол Формальдегид Толуол	0,2 15 0,2 0,003 0,02 0,5	14	Акролеин Дихлорэтан Хлор Хрома триоксид Ксилол ацетон	0,01 5 0,01 0,1 0,3 150	18	Ацетон Фенол Формальдегид Полипропилен Толуол Винилацетат	0,3 0,005 0,02 8 0,07 0,15
11	Азота оксиды Алюминия оксид Фенол Бензол Формальдегид Винил-ацетат	0,1 5 0,01 0,05 0,01 0,1	15	Углерода оксид Этилендиам ин Аммиак Азота диоксид Ацетон Бензол	10 0,1 0,1 5 100 0,05	19	Метанол Этанол Цементная пыль Углерода оксид Ртуть ксилол	0,3 100 200 15 0,001 0,5
12	Азотная кислота Толуол Винил-ацетат Углерода оксид	0,5 0,6 0,15	16	Серная кислота Азотная кислота Воль-фрам	0,5 0,5 0,2	20	Углерода оксид Азота диоксид Формальдегид Акролеин Дихлорэтан	10 1,0 0,02 0,01

	Алюминия оксид Гексан	10 5 0,01		Кремния диоксид Фенол Ацетон Озон	0,01 0,2 0,001		Озон	5 0,02
13	Азота диоксид Ацетон Бензол Фенол Углерода оксид Винил-ацетат	0,5 0,2 0,05 0,01 10 0,1	17	Аммиак Азота оксиды Воль-фрам Алюминия оксид Углерода оксид Фенол	0,001 0,1 4 5 5 0,01	21	Аэрозоль ванадия пентаоксида Хрома триоксид Хлор Углерода оксид Азота диоксид Озон	0,1 0,1 0,02 10 1 0,1
22	Сернистый ангидрид Серная кислота Вольфрамовый ангидрид Хрома оксид Азота диоксид Аммиак	0,5 0,05 5 0,2 0,05 0,5	25	Азотная кислота Серная кислота Ацетон Кремния диоксид Фенол Озон	0,5 0,5 100 0,2 0,001 0,001	28	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Ксилол Ртуть Гексан	0,02 5 0,2 0,5 0,0005 0,01
23	Азота оксиды Алюминия оксид Формальдегид Винил-ацетат Бензол Фенол	0,1 5 0,02 0,1 0,05 0,005	26	Ацетон Озон Фенол Кремния диоксид Фенол Озон	0,5 0,5 100 0,2 0,001 0,001	29	Озон Азота диоксид Углерода оксид Хлор Хрома триоксид Аэрозоль ванадия пентаоксида	0,05 1 15 0,2 0,09 0,05
24	Аммиак Азота оксиды Углерода оксид Фенол Вольфрам	0,05 0,1 15 0,005 4	27	Акролеин Дихлорэтан Озон Углерода оксид Вольфрам Формальдег ид	0,01 5 0,01 20 5 0,02	30	Аммиак Азота диоксид Хрома оксид Соляная кислота Серная кислота Сернистый ангидрид	0,4 0,5 0,18 4 0,04 0,4

Ответьте на вопросы:

1. Какие основные вещества являются загрязнителями окружающей среды в современном городе?
2. Как можно классифицировать антропогенные загрязнения окружающей среды? Приведите примеры.
3. Какие токсичные выбросы являются приоритетными загрязнителями атмосферы?
4. Что такое «кислотные дожди»? Какие методы их утилизации вы знаете?
5. Какие токсичные вещества содержат выхлопные газы автомобилей? Как их обезвреживают?
6. Что такое смог? Какие способы удаления частиц пыли из воздуха вы знаете?
7. Что такое «парниковый эффект»?

Практическое занятие 5

Оценка экологической опасности предприятия

Цель практического занятия: развитие навыков оценки экологической опасности предприятий на основе сведений о свойствах эксплуатирующихся вредных веществ

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части. В результате выполнения практического занятия студент должен знать методику оценки экологической опасности предприятия, уметь делать выводы о степеней воздействия объекта на окружающую среду, а также владеть способностью определения необходимости реализации защитных мер по защите окружающей среды.

Актуальность темы практического занятия: необходимость развития у бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» навыков определения категории экологической опасности предприятия.

Теоретическая часть

Предельно допустимая концентрация (ПДК) – такая концентрация загрязняющих веществ в единице объема природной среды, которая не оказывает на человека прямого или косвенного вредного и неприятного воздействия, не снижает его работоспособности и не влияет на самочувствие. ПДК измеряется в мг/м³, г/м³, мг/л и мг/кг.

ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов приведены в таблице 1.

Категорию экологической опасности участка предприятия можно определить по формуле

$$КОП = \sum_{i=1}^n \left(\frac{M_i}{ПДК_i} \right)^{a_i}, \quad (1)$$

где M_i – масса выброса i -го вещества, т/год;

$ПДК_i$ – среднесуточная предельно допустимая концентрация i -го вещества, мг/м³ (таблица 1);

n – количество загрязняющих веществ, выбрасываемых предприятием;

a_i – безразмерная константа определяется по таблице 2.

Таблица 1 – ПДК загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных пунктов

Вариант	Наименование вещества	ПДК, мг/м ³		Класс опасности
		максимальная разовая (ПДК _{мр})	среднесуточная (ПДК _{сс})	
1	2	3	4	5
1	Азот (IV) оксид (азота диоксид)	0,20*	0,04	2
2	Аммиак	0,2	0,04	4
3	Сера диоксид (ангидрид сернистый)	0,5	0,05	3
4	Бенз(а)пирен	-	0,00000	1

5	Бензол	0,3	0,1	2
6	Ванадия пятиокись	-	0,002	1
7	Водород хлористый (соляная кислота) (по молекуле HCl)	0,2	0,1	2
8	Азотная кислота (по молекуле HNO ₃)	0,4	0,15	2
9	Серная кислота (по молекуле H ₂ SO ₄)	0,3	0,1	2
10	Марганец и его соединения (в пересчете намарганца (IV) оксид)	0,01	0,001	2
11	Углерод черный (Сажа)	0,15	0,05	3
12	Свинец и его неорганические соединения (в пересчете на свинец)	0,001	0,0003	1
12	Сероводород	0,008	-	2
14	Хром (VI) (хром шестивалентный) (в пересчете на трехокись хрома)	-	0,0015	1
15	Углерода оксид	5	3	4
16	Водород фтористый	0,04	0,005	2
17	Масляный туман	-	0,5	3
18	Эмульсол	-	0,5	
19	Щелочь	-	0,01	2
20	Уайт-спирит	-	0,1	2
21	Углеводороды (бензин)	5	1,5	4
22	Сажа (для котельной на мазуте)	0,15	0,05	
23	Оксид марганца	0,01	0,001	2
24	Зола (для котельной на угле)	0,5	0,05	3
25	Пыль неорганическая (цементная и пр.)	0,3	0,1	3

Таблица 2 – Значение α_1 для веществ различных классов опасности

Константа	Класс опасности			
	1	2	3	4
α_1	1,7	1,3	1,0	0,9

Обобщенный показатель экологической опасности предприятия $КОП_{ОБЩ}$ определяется по формуле

$$КОП_{ОБЩ} = \sum_{i=1}^n КОП_i . \quad (2)$$

По величине $КОП_{ОБЩ}$ предприятия делят на четыре категории опасности. Граничные условия для деления предприятий на категории опасности приведены в таблице 3.

Таблица 3 – Граничные условия для деления предприятий на категории опасности в зависимости от значений $КОП$

Категории опасности предприятия	Значения $КОП$
I	$КОП > 10^6$
II	$10^6 > КОП > 10^4$
III	$10^4 > КОП > 10^3$
IV	$КОП > 10^3$

Вопросы и задания

1. Определить категорию опасности локомотивного депо, выбрасывающего в атмосферу загрязняющие вещества (т/год) – исходные данные в таблице 4.

Таблица 4 – Исходные данные для решения задачи 1

Исходные данные (масса выброса веществ, т/год)	Варианты									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	0
Котельная										
Азота двуокись	16,18	15,05	14,17	30,15	24,11	13,07	14,88	31,98	28,04	18,18
Углерода окись	65,43	50,51	70,33	60,22	55,4	66,77	51,39	63,87	58,01	62,93
Сажа (мазут)	5,89	7,09	4,11	6,25	5,13	6,18	7,12	2,83	3,77	3,51
Зола (уголь)	1,01	1,97	7,26	5,13	6,42	2,22	3,49	4,89	4,01	7,21
Ангидрид сернистый	45,1	50,24	48,33	30,06	37,42	44,09	43,26	49,08	32,27	38,44
Сварочное отделение										
Водород фтористый	0,007	0,024	0,009	0,032	0,44	0,021	0,004	0,002	0,021	0,001
Окись марганца	0,001	0,027	0,003	0,004	0,001	0,002	0,014	0,018	0,005	0,001
Аккумуляторное отделение										
Кислота серная	0,006	0,005	0,003	0,004	0,002	0,006	0,005	0,003	0,004	0,002
Щелочь	0,073	0,065	0,047	0,049	0,002	0,008	0,065	0,047	0,049	0,002
Механический цех										
Масляный туман	0,039	0,041	0,022	0,039	0,041	0,022	0,039	0,041	0,022	0,039
Эмульсол	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002	0,001	0,003	0,002
Малярное отделение										
Уайт-спирит	0,017	0,016	0,015	0,015	0,017	0,016	0,015	0,018	0,017	0,016
Гараж										
Углеводы (бензин)	0,295	0,301	0,271	0,304	0,301	0,089	0,901	0,295	0,301	0,271

Ответьте на вопросы к практическому занятию:

1. Что такое мониторинг окружающей среды? Какие объекты являются предметом его наблюдения?
2. Какие существуют виды мониторинга? По каким признакам они выделяются?
3. Перечислите основные принципы организации систем мониторинга?
4. Какие выделяются уровни систем мониторинга? Каков принцип их выделения?
5. Каково назначение национальной системы мониторинга окружающей среды?

6. Какие задачи призван решать глобальный, экологический мониторинг?
7. Что такое ЕГСЭМ? Какова структура ЕГСЭМ?
8. В чём состоит суть организационных проблем ЕГСЭМ на современном этапе?
9. Из каких основных структурных блоков состоит система мониторинга?
10. Что такое АИС мониторинга? Каково её назначение?

Практическое занятие 6

Загрязнение приземного слоя атмосферного воздуха

Цель практического занятия: проверка знаний студентов об особенностях загрязнения атмосферы, нормируемых и контролируемых параметрах загрязнений.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части. В результате выполнения практического занятия студент должен знать нормируемые параметры оценки загрязнений окружающей среды, уметь формулировать основные термины и определения по теме, а также владеть способностью делать выводы о степени опасности.

Актуальность темы практического занятия: необходимость развития у бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о загрязнении окружающей среды.

Теоретическая часть

Занятие проводится в форме семинара по темам дисциплины, связанным с организацией и проведением мониторинга воздушной среды.

Вопросы и задания

1. Какие негативные последствия возможны при антропогенных воздействиях на атмосферу?
2. Как оцениваются степени опасности вредных веществ и степень загрязнения атмосферного воздуха?
3. Как состав атмосферного воздуха влияет на здоровье людей?
4. При каких метеоусловиях оценивается степень опасности загрязнения атмосферного воздуха?
5. Как оценивается допустимость воздействия на атмосферу?
6. Для каких вредных веществ вредное воздействие суммируют?
7. Каковы основные способы уменьшения антропогенного загрязнения атмосферы?
8. Существуют ли ограничения на концентрацию пыли в газах, подвергаемых рассеиванию?
9. Как классифицируются источники выбросов?
10. Что влияет на процесс рассеивания выбросов?
11. От чего зависит вертикальное и горизонтальное перемещение примесей?
12. Как распределяются концентрации вредных веществ под факелом организованного источника выбросов?
13. Какого вида задачи возникают при расчетах процесса рассеивания выбросов?
14. Какие основные задачи решаются при расчете загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника?
15. Можно ли с помощью известных методик решать более сложные задачи, связанные с рассеиванием выбросов в атмосфере?
16. Как рассчитывается максимальное значение концентрации вредного вещества c_m и расстояние x_m , на котором будет достигнуто значение c_m при неблагоприятных метеоусловиях?

17. Как рассчитать распределение приземных концентраций под факелом выбросов для ортогональной координатной сетки $[x, y]$?

18. Как рассчитывается поле концентраций для неблагоприятных метеоусловий и скорости ветра u , м/с, отличающейся от опасной?

19. Как рассчитываются поля концентраций, если в выбросах содержится несколько вредных веществ?

20. Как и с какой целью рассчитывается минимальная высота источников выбросов вредных веществ?

21. Как устанавливаются зоны влияния источника загрязнений атмосферы?

22. Что такое предельно допустимый выброс (ПДВ), с какой целью его нормируют и где применяют?

23. Как рассчитывается величина ПДВ?

24. Как определяется значение фоновой концентрации c_f ?

Практическое занятие 7

Расчет параметров загрязнения атмосферы

Цель практического занятия: закрепление знаний студентов об особенностях загрязнения атмосферы, нормируемых и контролируемых параметрах загрязнений.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части. В результате выполнения практического занятия студент должен знать методику расчета параметров загрязнений окружающей среды, уметь проводить вычисления с помощью методики, а также владеть способностью делать выводы о степени опасности.

Актуальность темы практического занятия: необходимость развития у бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о загрязнении окружающей среды.

Теоретическое обоснование

Расчет загрязнения атмосферы выбросами одиночного источника проводится по методике, приведенной в ОНД-86. Последовательность расчетов приведена ниже.

1. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_m (мг/м³) при выбросе газовой смеси из одиночного точечного источника с круглым устьем достигается при неблагоприятных метеорологических условиях на расстоянии x_m (м) от источника и определяется по формуле

$$c_m = \frac{AMF_{mn\eta}}{H^2 \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}, \quad (1)$$

где A - коэффициент, зависящий от температурной стратификации атмосферы; M (г/с) - масса вредного вещества, выбрасываемого в атмосферу в единицу времени; F - безразмерный коэффициент, учитывающий скорость оседания вредных веществ в атмосферном воздухе; m и n - коэффициенты, учитывающие условия выхода газо-воздушной смеси из устья источника выброса; H (м) - высота источника выброса над уровнем земли (для наземных источников при расчетах принимается $H = 2$ м); η - безразмерный коэффициент, учитывающий влияние рельефа местности, в случае ровной или слабопересеченной местности с перепадом высот, не превышающим 50 м на 1 км, $\eta = 1$; ΔT (°C) - разность между температурой выбрасываемой газо-воздушной смеси T_2 и температурой окружающего атмосферного воздуха T_0 ; V_1 (м³/с) - расход газо-воздушной смеси, определяемый по формуле

$$V_1 = \frac{\pi D^2}{4} \omega_0, \quad (2)$$

где D (м) - диаметр устья источника выброса; ω_0 (м/с) - средняя скорость выхода газовойоздушной смеси из устья источника выброса.

2. Значение коэффициента A , соответствующее неблагоприятным метеорологическим условиям, при которых концентрация вредных веществ в атмосферном воздухе максимальна, принимается равным:

а) 250-для районов Средней Азии южнее 40° с. ш., Бурятской АССР и Читинской области;

б) 200-для Европейской территории СССР: для районов РСФСР южнее 50° с. ш., для остальных районов Нижнего Поволжья, Кавказа, Молдавии; для Азиатской территории СССР: для Казахстана. Дальнего Востока и остальной территории Сибири и Средней Азии;

в) 180 - для Европейской территории СССР и Урала от 50 до 52° с. ш. за исключением попадающих в эту зону перечисленных выше районов и Украины;

г) 160 - для Европейской территории СССР и Урала севернее 52° с. ш. (за исключением Центра ЕТС), а также для Украины (для расположенных на

Украине источников высотой менее 200 м в зоне от 50 до 52° с. ш. - 180, а южнее 50° с. ш. - 200);

д) 140 - для Московской, Тульской, Рязанской, Владимирской, Калужской, Ивановской областей.

Примечание. Для других территорий значения коэффициента A должны приниматься соответствующими значениям коэффициента A для районов СССР со сходными климатическими условиями турбулентного обмена.

Значения мощности выброса M (г/с) и расхода газовойздушной смеси V_1 (м³/с) при проектировании предприятий определяются расчетом в технологической части проекта или принимаются в соответствии с действующими для данного производства (процесса) нормативами. В расчете принимаются сочетания M и V_1 , реально имеющие место в течение года при установленных (обычных) условиях эксплуатации предприятия, при которых достигается максимальное значение C_m .

Примечания.1. Значение M следует относить к 20-30-минутному периоду осреднения, в том числе и в случаях, когда продолжительность выброса менее 20 мин.2. Расчеты концентраций, как правило, проводятся по тем веществам, выбросы которых удовлетворяют требованиям [п. 21](#).

При определении значения ΔT (°C) следует принимать температуру окружающего атмосферного воздуха T_e (°C), равной средней максимальной температуре наружного воздуха наиболее жаркого месяца года по [СНиП 2.01.01-82](#), а температуру выбрасываемой в атмосферу газовойздушной смеси T_z (°C) - по действующим для данного производства технологическим нормативам.

Примечания.1. Для котельных, работающих по отопительному графику, допускается при расчетах принимать значения T_e равными средним температурам наружного воздуха за самый холодный месяц по [СНиП 2.01.01-82](#).2. При отсутствии данных по T_e в [СНиП 2.01.01-82](#) они запрашиваются в территориальном управлении Госкомгидромета (УГКС) по месту расположения предприятия.

5. Значение безразмерного коэффициента F принимается:

а) для газообразных вредных веществ и мелкодисперсных аэрозолей (пыли, золы и т. п., скорость упорядоченного оседания которых практически равна нулю) - 1;

б) для мелкодисперсных аэрозолей (кроме указанных в [п. 5а](#)) при среднем эксплуатационном коэффициенте очистки выбросов не менее 90 % - 2; от 75 до 90 % - 2,5; менее 75 % и при отсутствии очистки - 3.

Примечания.1. При наличии данных о распределении на выбросе частиц аэрозолей по размерам определяются диаметр d_g , так что масса всех частиц диаметром больше d_g составляет 5 % общей массы частиц, и соответствующая d_g скорость оседания v_g (м/с). Значение коэффициента F устанавливается в зависимости от безразмерного отношения v_g/u_m , где u_m - опасная скорость ветра (см. [п. 9](#)). При этом $F = 1$ в случае $v_g/u_m \leq 0,015$ и $F = 1,5$ в случае $0,015 < v_g/u_m \leq 0,030$. Для остальных значений v_g/u_m коэффициент F устанавливается согласно [п. 5.6.2](#). Вне зависимости от эффективности очистки значение коэффициента F принимается равным 3 при расчетах концентрации пыли в атмосферном воздухе для производств, в которые содержание водяного пара в выбросах достаточно для того, чтобы в течение всего года наблюдалась его интенсивная конденсация сразу же после выхода в атмосферу, а также коагуляция влажных пылевых частиц (например, при производстве глинозема мокрым способом).

6. Значения коэффициентов m и n определяются в зависимости от параметров f , v_m , v'_m и f_e .

$$f = 1000 \frac{\omega_0^2 D}{H^2 \Delta T}; \quad (3)$$

$$v_m = 0,65 \sqrt[3]{\frac{V_1 \Delta T}{H}}; \quad (4)$$

$$v'_m = 1,3 \frac{\omega_0 D}{H}; \quad (5)$$

$$f_e = 800 (v'_m)^3. \quad (6)$$

Коэффициент n определяется в зависимости от f по [рис. 1](#) или по формулам:

$$m = \frac{1}{0,67 + 0,1\sqrt{f} + 0,34 \sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f < 100; \quad (7a)$$

$$m = \frac{1,47}{\sqrt[3]{f}} \quad \text{при } f \geq 100. \quad (7b)$$

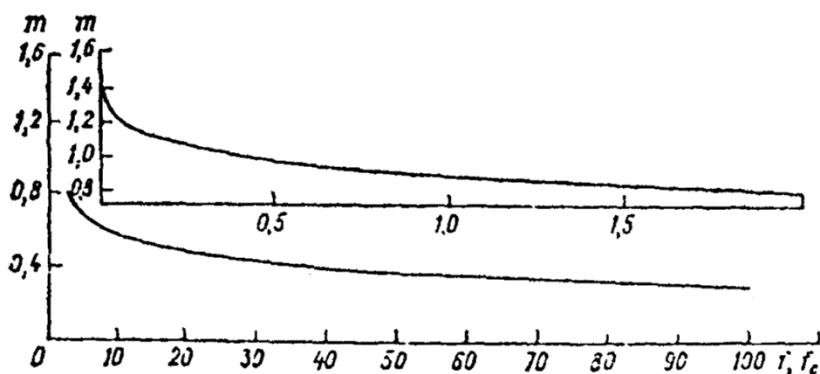


Рис. 1.

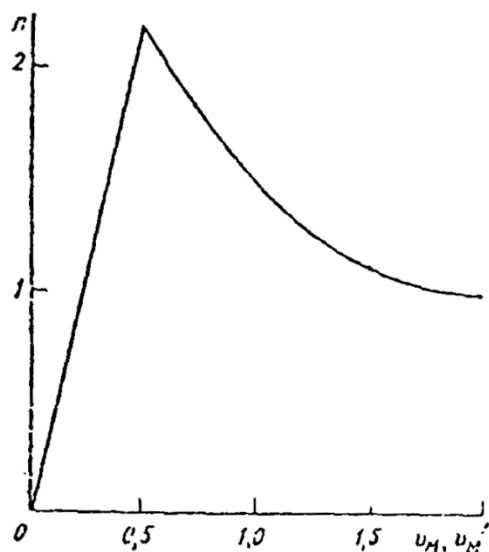


Рис. 2.

Для $f_c < f < 100$ значение коэффициента m вычисляется при $f = f_c$.

Коэффициент n при $f < 100$ определяется в зависимости от v_M по [рис. 2](#) или формулам

$$n = 1 \text{ при } v_M \geq 2; \quad (8a)$$

$$n = 0,532 v_M^2 - 2,13 v_M + 3,13 \text{ при } 0,5 \leq v_M < 2; \quad (8б)$$

$$n = 4,4 v_M \text{ при } v_M < 0,5. \quad (8в)$$

При $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$ коэффициент n вычисляется по [п. 7](#).

7. Для $f \geq 100$ (или $\Delta T \approx 0$) и $v_M' \geq 0,5$ (холодные выбросы) при расчете c_M вместо формулы (1) используется формула

$$c_M = \frac{A M F n \eta}{H^{4/3}} K, \quad (9)$$

где

$$K = \frac{D}{8V_1} = \frac{1}{7,1 \sqrt{\omega_0 V_1}}, \quad (10)$$

причем n определяется по формулам (8а) - (8в) при $v_m = v'_m$

Аналогично при $f < 100$ и $v_m < 0,5$ или $f \geq 100$ и $v'_m < 0,5$ (случаи предельно малых опасных скоростей ветра) расчет c_m вместо (1) производится по формуле

$$c_m = \frac{A M F m' \eta}{H^{7/3}}, \quad (11)$$

где

$$m' = 2,86m \text{ при } f < 100, v_m < 0,5; \quad (12a)$$

$$m' = 0,9 \text{ при } f \geq 100, v'_m < 0,5. \quad (12b)$$

Примечание.

Формулы (9), (11) являются частными случаями общей формулы (1).

8. Расстояние x_m (м) от источника выбросов, на котором приземная концентрация c (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях достигает максимального значения c_m , определяется по формуле

$$x_m = \frac{5 - F}{4} d H, \quad (13)$$

где безразмерный коэффициент d при $f < 100$ находится по формулам:

$$d = 2,48 \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f_e} \right) \text{ при } v_m \leq 0,5; \quad (14a)$$

$$d = 4,95 v_m \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f} \right) \text{ при } 0,5 < v_m \leq 2; \quad (14b)$$

$$d = 7 \sqrt{v_m} \left(1 + 0,28 \sqrt[3]{f} \right) \text{ при } v_m > 2. \quad (14b)$$

При $f > 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение d находится по формулам:

$$d = 5,7 \text{ при } v'_m \leq 0,5; \quad (15a)$$

$$d = 11,4 v'_m \text{ при } 0,5 < v'_m \leq 2; \quad (15b)$$

$$d = 16 \sqrt{v'_m} \text{ при } v'_m > 2. \quad (15b)$$

9. Значение опасной скорости u_m (м/с) на уровне флюгера (обычно 10 м от уровня земли), при которой достигается наибольшее значение приземной концентрации вредных веществ c_m , в случае $f < 100$ определяется по формулам:

$$u_m = 0,5 \quad \text{при } v_m \leq 0,5 ; \quad (16a)$$

$$u_m = v_m \quad \text{при } 0,5 < v_m \leq 2 ; \quad (16б)$$

$$u_m = v_m (1 + 0,12\sqrt{f}) \quad \text{при } v_m > 2. \quad (16в)$$

При $f > 100$ или $\Delta T \approx 0$ значение u_m вычисляется по формулам:

$$u_m = 0,5 \quad \text{при } v'_m \leq 0,5 ; \quad (17a)$$

$$u_m = v'_m \quad \text{при } 0,5 < v'_m \leq 2 ; \quad (17б)$$

$$u_m = 2,2 v'_m \quad \text{при } v'_m > 2. \quad (17в)$$

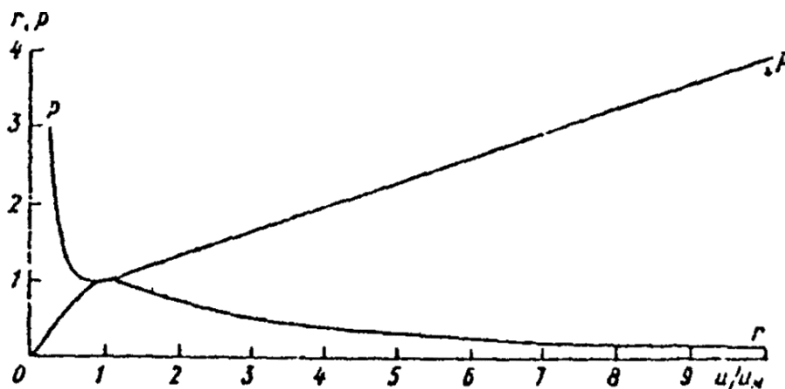


Рис. 3.

10. Максимальное значение приземной концентрации вредного вещества c_{mu} (мг/м³) при неблагоприятных метеорологических условиях и скорости ветра u (м/с), отличающейся от опасной скорости ветра u_m (м/с), определяется по формуле

$$c_{mu} = r c_m, \quad (18)$$

где r - безразмерная величина, определяемая в зависимости от отношения u/u_m по [рис. 3](#) или по формулам:

$$r = 0,67(u/u_m) + 1,67(u/u_m)^2 - 1,34(u/u_m)^3 \quad \text{при } u/u_m \leq 1 ; \quad (19a)$$

$$r = \frac{3(u/u_m)}{2(u/u_m)^2 - (u/u_m) + 2} \quad \text{при } u/u_m > 1. \quad (19б)$$

Примечание. При проведении расчетов не используются значения скорости ветра $u < 0,5$ м/с, а также скорости ветра $u > u^*$, где u^* - значение скорости ветра, превышаемое в данной местности в среднем многолетнем режиме в 5 % случаев. Это значение запрашивается в УГКС Госкомгидромета, на территории которого располагается предприятие, или определяется по климатическому справочнику.

11. Расстояние от источника выброса $x_{ми}$ (м), на котором при скорости ветра u и неблагоприятных метеорологических условиях приземная концентрация вредных веществ достигает максимального значения $c_{ми}$ (мг/м³), определяется по формуле:

$$x_{ми} = px_m, \quad (20)$$

где p - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения u/u_m по [рис. 3](#) или по формулам:

$$p = 3 \text{ при } u/u_m \leq 0,25; \quad (21a)$$

$$p = 8,43(1 - u/u_m)^3 + 1 \text{ при } 0,25 < u/u_m \leq 1; \quad (21б)$$

$$p = 0,32u/u_m + 0,68 \text{ при } u/u_m > 1. \quad (21 в)$$

12. При опасной скорости ветра u_m приземная концентрация вредных веществ c (мг/м³) в атмосфере по оси факела выброса на различных расстояниях x (м) от источника выброса определяется по формуле

$$c = s_1 c_v, \quad (22)$$

где s_1 - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от отношения x/x_m и коэффициента F по [рис. 4](#) или по формулам:

$$s_1 = 3(x/x_m)^4 - 8(x/x_m)^3 + 6(x/x_m)^2 \text{ при } x/x_m \leq 1; \quad (23a)$$

$$s_1 = \frac{1,13}{0,13(x/x_m)^2 + 1} \text{ при } 1 < x/x_m \leq 8; \quad (23б)$$

$$s_1 = \frac{x/x_m}{3,58(x/x_m)^2 - 35,2(x/x_m) + 120} \text{ при } F \leq 1,5 \text{ и } x/x_m > 8; \quad (23в)$$

$$s_1 = \frac{1}{0,1(x/x_m)^2 + 2,47(x/x_m) - 17,8} \text{ при } F > 1,5 \text{ и } x/x_m > 8. \quad (23г)$$

Для низких и наземных источников (высотой H не более 10 м) при значениях $x/x_m < 1$ величина s_1 в (22) заменяется на величину s_1'' , определяемую в зависимости от x/x_m и H по [рис. 5](#) или по формуле

$$s_1'' = 0,125(10 - H) + 0,125(H - 2) s_1 \quad \text{при } 2 \leq H < 10. \quad (24)$$

Примечание.

Аналогично определяется значение концентрации вредных веществ на различных расстояниях по оси факела при других значениях скоростей ветра и неблагоприятных метеорологических условиях. По формулам (18), (20) определяются значения величин $C_{ми}$ и $x_{ми}$. В зависимости от отношения $x/x_{ми}$ определяется значение s_1 по [рис. 4, 5](#) или по формулам (23), (24). Искомое значение концентрации вредного вещества определяется путем умножения $C_{ми}$ на s_1 .

13. Значение приземной концентрации вредных веществ в атмосфере c_y (мг/м³) на расстоянии y (м) по перпендикуляру к оси факела выброса определяется по формуле

$$c_y = s_2 c. \quad (25)$$

где s_2 - безразмерный коэффициент, определяемый в зависимости от скорости ветра u (м/с) и отношения y/x по значению аргумента t_y :

$$t_y = \frac{u y^2}{x^2} \quad \text{при } u \leq 5; \quad (26a)$$

$$t_y = \frac{5 y^2}{x^2} \quad \text{при } u > 5. \quad (26b)$$

по [рис.6](#) или по формуле

$$s_2 = \frac{1}{(1 + 5t_y + 12,8t_y^2 + 17t_y^3 + 45,1t_y^4)^2}, \quad (27)$$

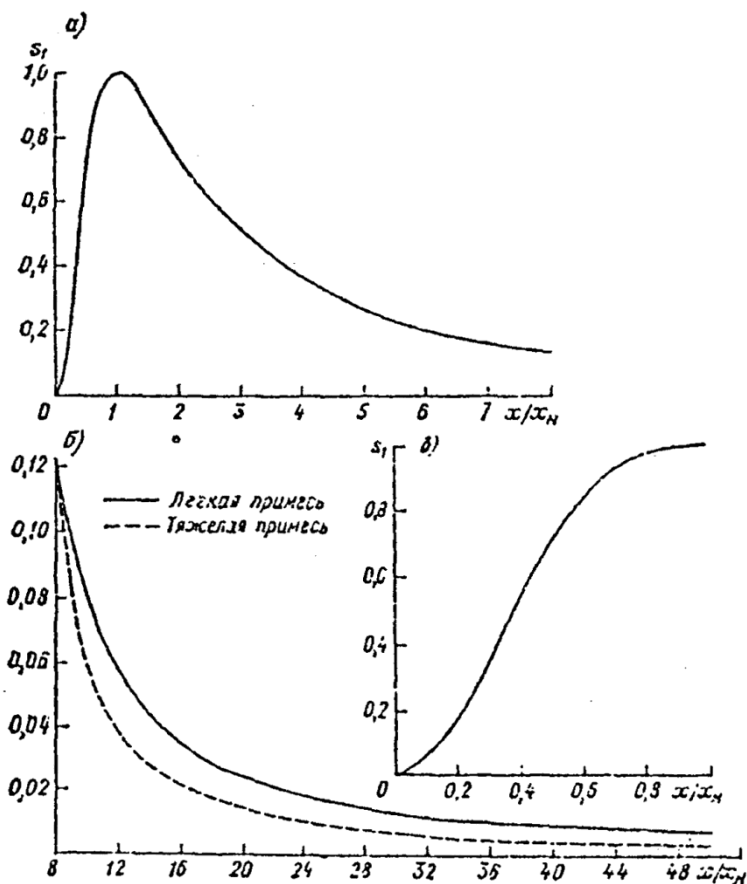


Рис. 2.4.

где безразмерный коэффициент s_1' находится в зависимости от отношения x/x_M по [рис. 7](#) или по формулам:

$$s_1 = 3(x/x_M)^4 - 8(x/x_M)^3 + 6(x/x_M)^2 \quad \text{при } x/x_M \leq 1; \quad (29a)$$

$$s_1' = \frac{1,1}{0,1(x/x_M)^2 + 1} \quad \text{при } 1 < x/x_M \leq 8; \quad (29б)$$

$$s_1 = \frac{2,55}{0,13\left(\frac{x}{x_M}\right)^2 + 9} \quad \text{при } 8 < \frac{x}{x_M} \leq 24; \quad (29в)$$

$$s_1' = \frac{x/x_M}{4,75\left(\frac{x}{x_M}\right)^2 - 140\frac{x}{x_M} + 1435} \quad \text{при } 24 < \frac{x}{x_M} \leq 80; \quad F \leq 1,5; \quad (29г)$$

$$s_1' = \frac{2,26}{0,1\left(\frac{x}{x_M}\right)^2 + 7,41\frac{x}{x_M} - 160} \quad \text{при } 24 < \frac{x}{x_M} < 80; \quad F > 1,5; \quad (29д)$$

$$s'_1 = \frac{x/x_m}{3,58\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 - 35,2\frac{x}{x_m} + 120} \quad \text{при } \frac{x}{x_m} > 80 ; F \leq 1,5 ; \quad (29\text{е})$$

$$s'_1 = \frac{1}{0,1\left(\frac{x}{x_m}\right)^2 + 2,47\frac{x}{x_m} - 178} \quad \text{при } \frac{x}{x_m} > 80 ; F > 1,5 . \quad (29\text{ж})$$

14. Максимальная концентрация c_{mx} (мг/м³), достигающаяся на расстоянии x от источника выброса из оси факела при скорости ветра u_{mx} , определяется по формуле

$$c_{mx} = s'_1 c_m , \quad (28)$$

Скорость ветра u_{mx} при этом рассчитывается по формуле

$$u_{mx} = f_1 u_m, \quad (30)$$

где безразмерный коэффициент f_1 определяется в зависимости от отношения x/x_m по [рис. 8](#) или по формулам:

$$f_1 = 1 \text{ при } x/x_m \leq 1; \quad (31\text{а})$$

$$f_1 = \frac{0,75 + 0,25 x/x_m}{1 + (x/9 x_m)^3} \quad \text{при } 1 < x/x_m \leq 8 ; \quad (31\text{б})$$

$$f_1 = 0,25 \text{ при } 8 < x/x_m < 80; \quad (31\text{в})$$

$$f_1 = 1,0 \text{ при } x/x_m \geq 80. \quad (31\text{г})$$

Примечание.

Если рассчитанная по формуле (30) скорость ветра $u_{mx} < 0,5$ м/с или $u_{mx} > u^*$ (см. [п. 10](#)), то величина c_{mx} определяйся как максимальное значение из концентраций на расстоянии x , рассчитанных при трех скоростях ветра: 0,5 м/с, u_m , u^* ; соответствующая c_{mx} скорость ветра принимается за u_{mx} .

15. Расчеты распределения концентрации c_z (мг/м³) на разных высотах z (м) над подстилающей поверхностью при $x < x_m$ производятся по формуле

$$c_z = r c_m s_z s_2 . \quad (32)$$

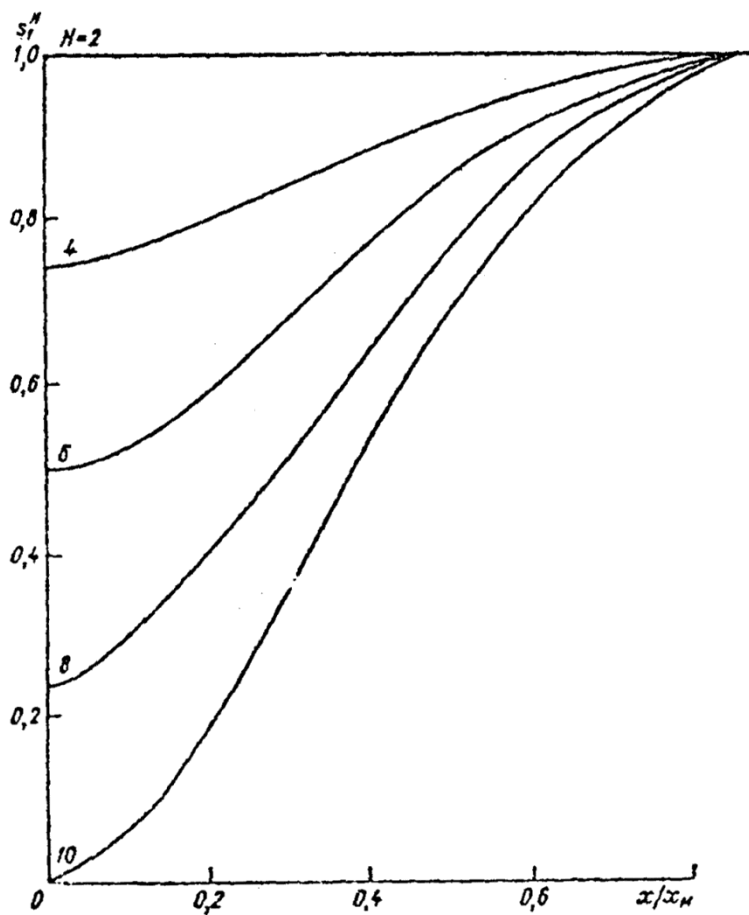


Рис. 2.5

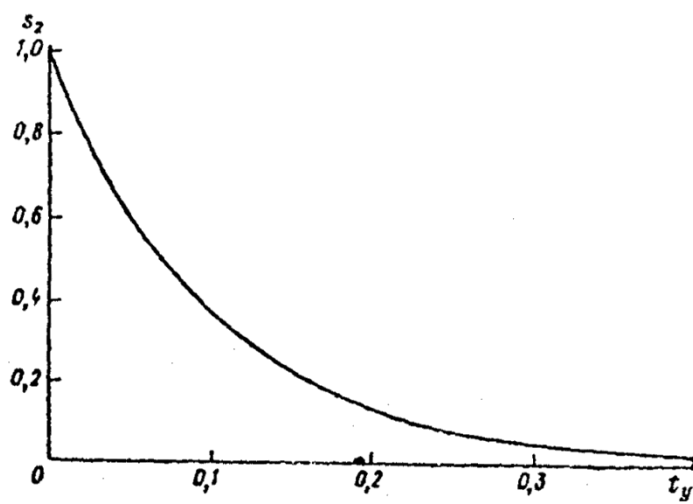


Рис. 6.

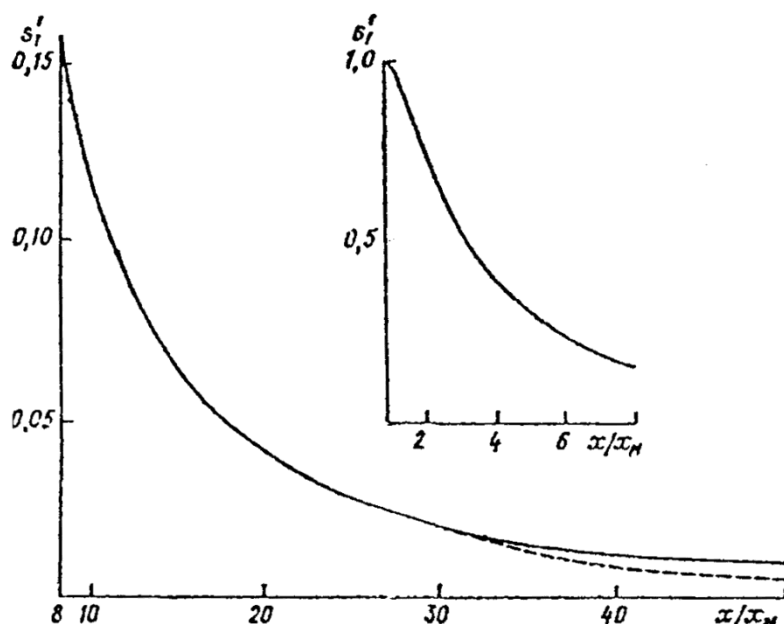


Рис. 7.

Значения c_m , r и s_2 вычисляются согласно п. 1, 7, 10 и 13, а коэффициент s_z определяется в зависимости от параметров b_1 и b_2 по рис. 9 или по формулам:

$$s_z = s_1(b_1) \frac{[1 + 0,1(b_2 - 1)^2]}{[b_1^3 + 0,1(b_2 - 1)^2]} \left[1 + \frac{(b_2 + 0,2)(b_1^3 - 1)}{b_2 + (b_2 + 0,2)(1 + 0,1(b_2 - 1)^2)} \right] \quad \text{при } b_1 \leq 1; \quad (33a)$$

$$s_z = s_1(b_1) \quad \text{при } b_1 > 1. \quad (33б)$$

Здесь

$$b_1 = x/x_{mu}; \quad (34)$$

$$b_2 = \frac{z}{(1 + 5d_2)H}; \quad (35)$$

$$d_2 = 0,06\nu_m \sqrt[3]{f/u} + 0,0034(\nu_m/u)^3 \quad \text{при } f < 100; \quad (36a)$$

$$d_1 = 0,28\nu'_m/u + 0,034(\nu'_m/u)^3 \quad \text{при } f \geq 100. \quad (36б)$$

При $f_e \leq f < 100$ коэффициент d_2 вычисляется по формуле (2.36a) при $f = f_e$; при $\nu_m < 0,5$ или $\nu'_m < 0,5$ соответственно в (36a) и (36б) принимается $\nu_m = 0,5$ или $\nu'_m = 0,5$.

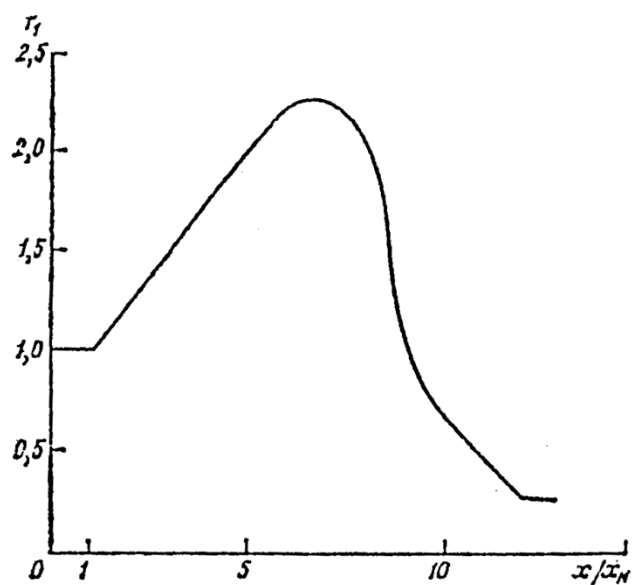


Рис. 8.

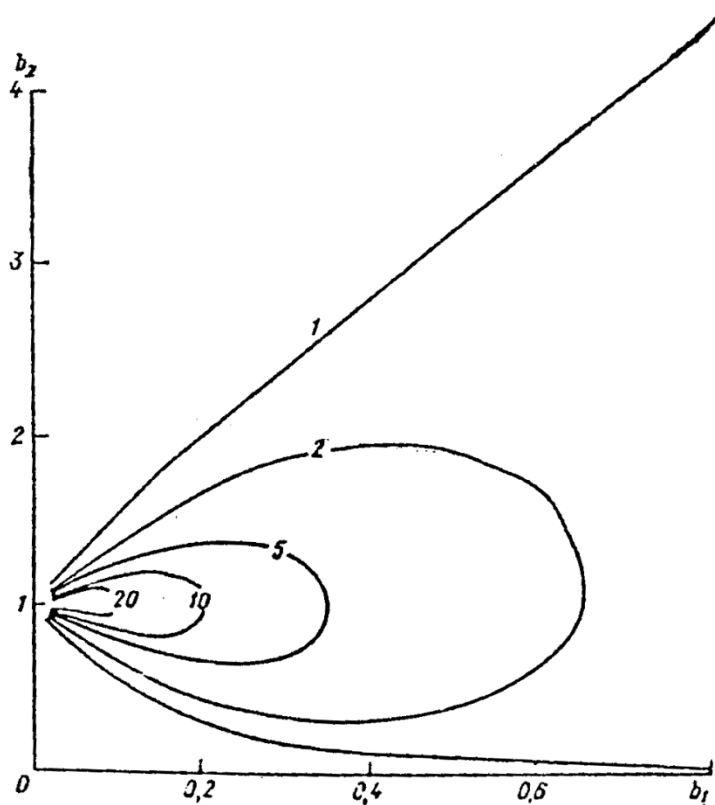


Рис. 2.9.

Опасная скорость ветра u_{MZ} (м/с) на уровне флюгера, при которой на высоте z достигается максимальная концентрация, определяется по формуле

$$u_{MZ} = l_1 u_M . \quad (37)$$

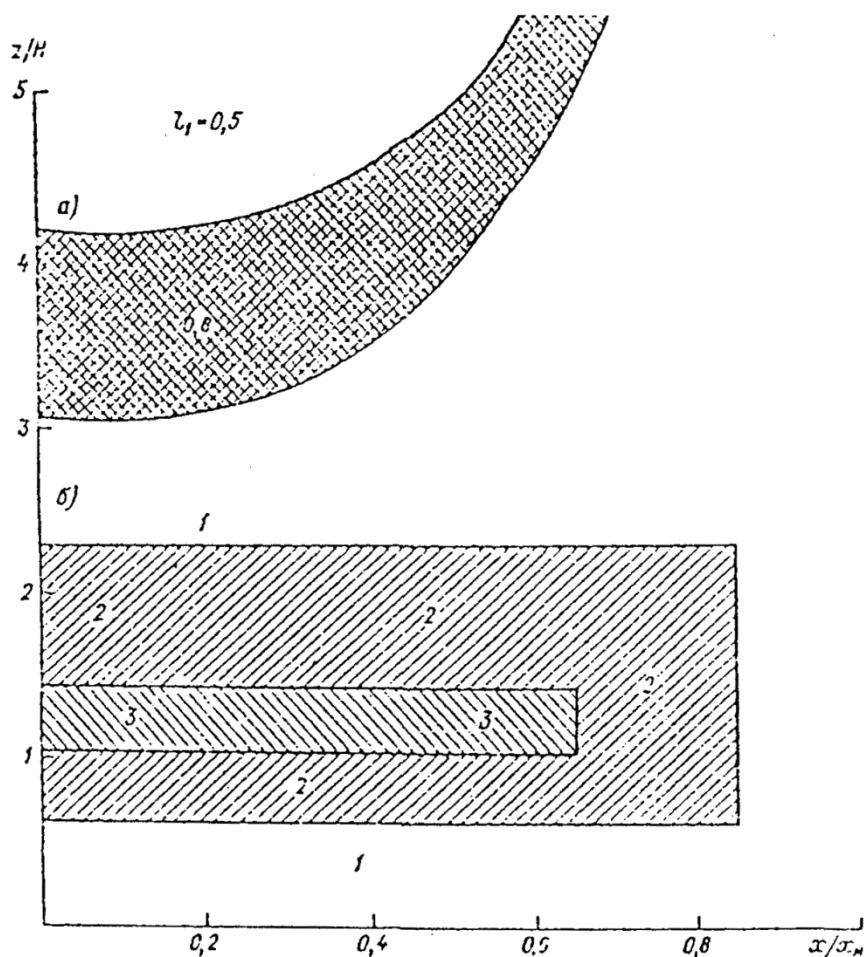


Рис. 2.10.

Коэффициент l_1 определяется в зависимости от x/x_m по рис. 2.10.

2.16. Расчеты загрязнения атмосферы при выбросах газовойздушной смеси из источника с прямоугольным устьем (шахты) производятся по приведенным выше формулам при средней скорости ω_0 и значениях $D=D_0$ (м) и $V_1 = V_{10}$ (м³/с).

Средняя скорость выхода в атмосферу газовойздушной смеси ω_0 (м/с) определяется по формуле

$$\omega_0 = \frac{V_1}{Lb}. \quad (38)$$

где L (м) - длина устья; b (м) - ширина устья.

Эффективный диаметр устья D_0 (м) определяется по формуле

$$D_0 = \frac{2Lb}{L+b}; \quad (39)$$

Эффективный расход выходящей в атмосферу в единицу времени газовой смеси V_{19} (м³/с) определяется по формуле

$$V_{19} = \frac{\pi D_9^2}{4} \omega_0 . \quad (40)$$

Примечание. Для источников с квадратным устьем ($L = b$) эффективный диаметр D_9 равняется длине стороны квадрата. В остальном расчет рассеивания вредных веществ производится как для выбросов из источника с круглым устьем.

2.17. Решение обратных задач¹ по определению мощности выброса M и высоты H , соответствующих заданному уровню максимальной приземной концентрации c_m при прочих фиксированных параметрах выброса, наводится следующим образом.

Мощность выброса M (г/с), соответствующая заданному значению максимальной концентрации c_m (мг/м³), определяется по формуле

$$M = \frac{c_m H^2}{A F m n \eta} \sqrt[3]{V_1 \Delta T} . \quad (41)$$

В случае $f \geq 100$ или $\Delta T \approx 0$

$$M = \frac{c_m H^{4/3}}{A F n \eta} - \frac{8 V_1}{D} . \quad (42)$$

Высота источника H , соответствующая заданному значению c_m , в случае $\Delta T \approx 0$ определяется по формуле

$$H = \left(\frac{A M F D \eta}{8 V_1 c_m} \right)^{3/4} . \quad (43)$$

Если вычисленному по формуле (43) значению H соответствует $v'_m < 2$ м/с, то H уточняется методом последовательных приближений по формуле

$$H_{i+1} = H_i \left(\frac{n_i}{n_{i-1}} \right)^{3/4} , \quad (44)$$

где n_i и n_{i-1} - значения определенного по [рис. 2](#) или по формулам ([8](#)) коэффициента n , полученные соответственно по значениям H_i и H_{i-1} , - (при $i = 1$ в формуле ([44](#)) принимается $n_0 = 1$, а значение H_i определяется по ([43](#))).

Формулы п. [1](#) – [16](#) предназначены для решения прямой задачи расчета концентрации по заданным параметрам источника.

Формулы ([43](#)), ([44](#)) используются также для определения H при $\Delta T > 0$.

Если при этом выполняется условие $H \leq \omega_0 \sqrt{\frac{10D}{\Delta T}}$, то найденное H является точным. Если же $H > \omega_0 \sqrt{\frac{10D}{\Delta T}}$, то для определения предварительного значения высоты H используется формула

$$H = \sqrt{\frac{AMF\eta}{c_m \sqrt[3]{V_1 \Delta T}}} . \quad (45)$$

По найденному значению H определяются на основании формул ([3](#)) - ([6](#)) величины f , v_m , v'_m и f_c и устанавливается в первом приближении произведение коэффициентов m и n . Дальнейшие уточнения значения H выполняются по формуле

$$H_{i+1} = H_i \sqrt{\frac{m_i n_i}{m_{i-1} n_{i-1}}} , \quad (46)$$

где m_i , n_i соответствуют H_i , а m_{i-1} , n_{i-1} - H_{i-1} (при $i = 1$ принимается $m_0 = n_0 = 1$, а H_0 определяется по ([45](#))).

Примечания. 1) Уточнение значения H по формулам ([44](#)) и (46) производится до тех пор, пока два последовательно найденных значения H (H_i и H_{i+1}) будут различаться менее чем на 1 м. 2) При одновременной необходимости учета влияния рельефа местности и застройки в формулах ([41](#)) - ([43](#)) и ([45](#)) за величину η принимается произведение поправок к максимальной концентрации на рельеф и застройку.

18. В случае выбросов в атмосферу, обусловленных сжиганием топлива, при фиксированных высоте и диаметре устья трубы соответствующий c_m расход топлива P (т/ч) определяется по формуле

$$P = 3,6 H^3 \sqrt{\left(\frac{c_m}{d_3 A F m n \eta}\right)^3 d_4 \Delta T} , \quad (47)$$

где d_3 (г/кг)-количество выбрасываемого в атмосферу вредного вещества на единицу массы топлива (в необходимых случаях с учетом

пылегазоочистки); d_4 (м³/кг)-расход газовой смеси, выделяющейся на единицу массы топлива.

19. Для каждого источника радиус зоны влияния рассчитывается как наибольшее из двух расстояний от источника x_1 и x_2 , где $x_1 = 10 x_m$, а величина x_2 определяется как расстояние от источника, начиная с которого $c \leq 0,05$ ПДК.

Примечание. Значение x_2 при ручных расчетах находится графически с помощью [рис. 4 а, б](#). На вертикальной оси откладывается точка $0,05$ ПДК/ c_m , через которую проводится параллельная горизонтальной оси линия до пересечения с графиком функции s_1 за максимумом. Из точки пересечения опускается перпендикуляр на горизонтальную ось, полученное значение x/x_m умножается на x_1 , в результате чего определяется искомое значение. При $c_m \leq 0,05$ ПДК значение x_2 полагается равным нулю.

2.20. При полной нагрузке оборудования среднее значение концентрации $\bar{c}_m$ (г/м³) в устье источника, равная

$$\bar{c}_m = \frac{M}{V_1}, \quad (48)$$

определяется по формулам:

$$\bar{c}_m = \frac{c_m H^2}{AF m n \eta} \sqrt[3]{\frac{\Delta T}{V_1^2}} \quad \text{при } f < 100, \quad (49a)$$

$$\bar{c}_m = \frac{8 c_m H^{4/3}}{AF n D \eta} \quad \text{при } f \geq 100 \text{ или } \Delta T \approx 0, \quad (49б)$$

где c_m (мг/м³) - соответствующая $\bar{c}_m$ максимальная приземная концентрация.

Вопросы и задания

1. Определить максимальное значение концентрации c_m газа SO₂ и расстояние x_m при неблагоприятных метеорологических условиях для следующих исходных данных: $A=240$, $V=10,8$ м³/с, $\Delta T = 100$ °C, $M=12$ г/с, $H=35$ м, $D=1,4$ м, $\eta=1$. Наименования параметров приведены выше.

2. При какой опасной скорости ветра будет достигнута концентрация $c_m=0,223$ мг/м³? (Исходные данные из предыдущего решения.)

3. Как распределяются приземные концентрации по оси факела при неблагоприятных метеоусловиях и опасной скорости ветра? (Исходные данные: $c_m = 0,223 \text{ мг/м}^3$, $x_m = 430 \text{ м}$). заполните таблицу.

Таблица - Распределение концентрации вредного вещества (SO_2) под осью факела

Параметр	Значение												
x	100	200	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600	2000	4300
X													
s_1													
c													

4. Как распределяются приземные концентрации в точках, удаленных от оси факела на расстояниях y при условиях, взятых из предыдущего ответа?

Таблица - Поле концентрации SO_2 при опасной скорости ветра и неблагоприятных метеоусловиях ($c_y \leq 1000$ или c_y в мкг/м^3)

y, м	x, м										
	100	200	300	400	500	600	800	1000	1200	1400	1600
0											
50											
100											
150											
200											

5. Как уменьшится концентрация c в точке с $[x=1000, y=100]$ при скорости ветра $u=4,4 \text{ м/с}$, т.е. в два раза превышающей опасную $u_m=2,2$? Исходные данные из предыдущих расчётов.

6. Рассчитать концентрацию NO_2 и золы в точках $[x_m, y=0]$ и $[x=1000, y=100]$ при неблагоприятных метеоусловиях и опасной скорости ветра, если

$M^{SO_2}=12$, $M^{NO_2}=0,4$, $M^3=3$ г/с, используя данные предыдущих расчетов для SO_2 .

7. Оценить допустимость воздействия на атмосферу, если расчетные максимальные приземные концентрации веществ при неблагоприятных метеоусловиях и опасной скорости ветра соответственно составили $c^{SO_2}_M=0,223$; $c^{NO_2}_M=0,0074$; $c^3_M=0,056$, при фоновых концентрациях $c^{SO_2}_\phi=0,2$; $c^{NO_2}_\phi=0,02$; $c^3_\phi=0,3$ мг/м³.

8. Определить минимальную высоту источника выбросов SO_2 и NO_2 при следующих исходных данных: $A=240$; $F=1$; $D=2,0$; $M_c=20$; $c_{\phi c}=0,2$; $\Delta T=100$; $V_r=10$; $\square=1$; $ПДК^{SO_2}=0,5$, где M_c и $c_{\phi c}$ – приведенные к SO_2 по (3.34) и (3.35) масса выбросов и фоновая концентрация. Расчеты выполнить с точностью до 0,5 м.

9. Определить радиус зоны влияния источника загрязнений, если концентрации газов SO_2 и NO_2 , приведенные к SO_2 , имеют такие же значения, как в табл. 3.5, а $c_M = 0,223$, $x_M = 430$ м, $ПДК_{SO_2}=0,5$.

10. Определить $ПДВ_1$ и $ПДВ_2$ соответственно для газов SO_2 и NO_2 при следующих исходных данных: $H=35$ м; $A=240$; $F=1$; $m=0,9$; $n=1$; $\square=1$; $V_r=10$ м³/с; $\Delta T=100$; $c^L_{\phi,1}=0,2$; $c_{мху,1}=0,25$; $c^L_{\phi,1}=0,02$; $c_{мху,2}=0,025$ мг/м³; $M_1=10$; $M_2=0,4$ г/с.

Практическое занятие 8

Загрязнение водоемов

Цель практического занятия: проверка знаний студентов об особенностях загрязнения гидросферы, нормируемых и контролируемых параметрах загрязнений.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части. В результате

выполнения практического занятия студент должен знать нормируемые параметры оценки загрязнений окружающей среды, уметь формулировать основные термины и определения по теме, а также владеть способностью делать выводы о степени опасности.

Актуальность темы практического занятия: необходимость развития у бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о загрязнении водной среды как части биосферы.

Теоретическая часть

Занятие проводится в форме семинара по темам дисциплины, связанным с организацией и проведением мониторинга водной среды.

Вопросы и задания

1. Перечислите основные источники загрязнения гидросферы.
2. Какие последствия вызывает загрязнение водоемов?
3. Как оценивается степень опасности загрязнения гидросферы?
4. В каких точках контролируется качество воды в водоемах?
5. Как качество питьевой воды влияет на безопасность населения в эпидемиологическом отношении?
6. Как нормируются качество воды в водоемах?
7. В каких случаях запрещается сбрасывать сточные воды?
8. Как оценивается допустимость загрязнения водоема?
9. Каким образом можно снизить загрязнение водоемов до нормативных пределов?
10. Что понимается под обезвреживающей способностью водоема?
11. Как рассчитывается концентрация консервативных веществ, слитых в проточные водоемы?
12. Как рассчитать расстояние до створа практически полного смешения сточных вод?

13. Как рассчитывается концентрация консервативных вредных веществ в максимально загрязненной струе для нескольких пунктов сброса сточных вод?

14. Как происходит разбавление сточных вод в водохранилищах и озёрах?

15. Как рассчитывается концентрация консервативных веществ, попавших в озеро со сточными водами?

16. Как рассчитывается загрязнение водоема, если сточные воды содержат несколько вредных веществ?

Практическое занятие 9

Экологический менеджмент

Цель практического занятия: проверка знаний студентов по общим вопросам обеспечения экологической безопасности.

Знания и умения, приобретаемые студентом в результате освоения темы семинара, формируемые компетенции или их части. В результате выполнения практического занятия студент должен знать особенности выполнения мероприятий по защите окружающей среды, уметь ориентироваться в способах и методах экологической экспертизы, а также владеть навыками применения законодательной базы при осуществлении природоохранной деятельности

Актуальность темы практического занятия: необходимость развития у бакалавров направления подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность» знаний о сущности и глобальности мероприятий по обеспечению экологической безопасности.

Теоретическое обоснование

Занятие проводится в форме семинара.

Способы управления техногенными воздействиями на окружающую природную среду в целях снижения их до допустимых значений можно условно разделить на две группы:

- законодательно-организационные (принятие законов, нормативов, правил, экологические экспертиза и паспортизация, мониторинг окружающей среды, введение платы за ресурсы и за загрязнение окружающей среды);
- технологические (внедрение ресурсо- и энергосберегающих процессов и оборудования, малоотходных технологий, альтернативных источников энергии, эффективных способов очистки выбросов и стоков, переработки отходов и природоохранных мероприятий).

Ниже будут рассмотрены только законодательно-организационные меры повышения экологической безопасности.

Вопросы и задания

1. Каким образом обеспечивается правовая основа экологической безопасности?
2. Каким образом нормируется экологическая безопасность, и какими органами устанавливаются нормативы?
3. Что нормируют СанПиН, СНИПы и ГОСТы в области охраны окружающей среды?
4. Что понимают под экологической экспертизой, каковы её цели и задачи?
5. На каких принципах основывается экологическая экспертиза?
6. Кем проводится экологическая экспертиза?
7. Какова компетенция органов власти в области экологической экспертизы?

8. Какие виды хозяйственной деятельности и объекты подлежат экологической экспертизе?

9. Каковы общие требования к экологическим обоснованиям предпроектной и проектной документации?

10. Какая информация используется при разработке экологических обоснований?

11. Каков порядок проведения государственной экологической экспертизы (ГЭЭ)?

12. Порядок проведения государственной экологической экспертизы описан в приложении к приказу Минприроды России от 13.01.1996 г. № 362.

13. Что содержит "Заключение государственной экологической экспертизы"?

14. Для чего разрабатывается экологический паспорт предприятия (ЭПП)?

15. Какая информация вносится в ЭПП?

16. Каковы цели и задачи экологического мониторинга окружающей природной среды?

17. Для каких природных ресурсов осуществляется мониторинг?

18. На какие уровни подразделяется система мониторинга?

19. Как осуществляется санитарно-токсический мониторинг?

20. За какими объектами и параметрами природной среды организуется систематическое наблюдение.

21. Как производятся наблюдения за загрязнением атмосферы?

22. В каких местах контролируется качество воды?

23. Как организован контроль состояния окружающей среды?

24. Каковы возможности автоматизированных систем мониторинга?

25. С какой целью введена плата за загрязнение окружающей среды и как она используется?

26. Как определяется размер платежей за загрязнение окружающей среды?

27. Каковы источники платежей за загрязнение окружающей среды?

28. Затраты на какие природоохранные мероприятия могут зачитываться в счёт платежей за загрязнение окружающей среды?

Литература

Перечень основной литературы:

1.. Латышенко К.П. Методы и приборы контроля качества среды [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон.текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 437 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79645.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Бояринова С.П. Мониторинг среды обитания [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Бояринова. — Электрон.текстовые данные. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. — 130 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66912.html>

Перечень дополнительной литературы:

1.Мониторинг и охрана городской среды : учеб.-метод. пособие : специальность 120300 – Городской кадастр / авт.-сост. В. В. Мовсесова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ГОУ ВПО "Ставроп. гос. ун-т". – Ставрополь : Изд-во СГУ, 2011. – 30 с.

2. Бетенеков Н.Д. Радиоэкологический мониторинг [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Д. Бетенеков. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 208 с. — 978-5-7996-1309-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65979.html>

3. Экологический мониторинг [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т.Я. Ашихмина [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — М. : Академический Проект, Альма Матер, 2016. — 416 с. — 978-5-8291-2505-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60099.html>

4. Шамраев А.В. Экологический мониторинг и экспертиза [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Шамраев. — Электрон.текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 141 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24348.html>

5. Тихонова, И. О. Экологический мониторинг атмосферы : учеб.пособие для вузов / И.О. Тихонова, В.В. Тарасов, Н.Е. Кручинина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014. – 131 с. : ил. ; 21. – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 129. – ISBN 978-5-91134-667-6. – ISBN 978-5-16-006032-3

Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

1. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Мониторинг среды обитания» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Соколова
2. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Мониторинга среды обитания» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Соколова
3. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Мониторинга среды обитания» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Соколова

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по выполнению лабораторных работ
по дисциплине «МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ»
для студентов направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
Форма обучения: заочная

**Ставрополь
2024**

Оглавление

Введение	71
Лабораторная работа 1	72
Оценка влияния транспортных коммуникаций на воздушную среду города	
Лабораторная работа 2	79
Определение концентрации вредного вещества в помещении и на территории	
Лабораторная работа 3	92
Оценка выбросов вредных веществ в атмосферу в различных режимах функционирования предприятий нефтяной промышленности	
Лабораторная работа 4	104
Оценка выбросов загрязняющих веществ предприятиями промышленности строительных материалов	
Лабораторная работа 5	113
Оценка выбросов загрязняющих веществ от источников деревообрабатывающей промышленности	
Лабораторная работа 6	125
Оценка качества гидросферы	125
Лабораторная работа 7	134
Оценка последствий производственной деятельности на литосферу	
Лабораторная работа 8	139
Исследование эффективности средств защиты от шума на производстве и в селитебных зонах	
Лабораторная работа 9	154
Оценка воздействия электромагнитных полей на окружающую среду	
Литература	Error! Bookmark not defined.

Введение

Методические указания составлены в соответствии образовательной программой по направлению подготовки 20.03.01 «Техносферная безопасность», а также учебным планом и программой дисциплины «Мониторинг среды обитания»

Дисциплина «Мониторинг среды обитания» способствует формированию фундаментальных знаний бакалавров направления «Техносферная безопасность» знаниями о структуре и функционировании различных систем мониторинга, изучение вопросов рационального природопользования и охраны окружающей среды, взаимоотношения природы и общества

Лабораторные занятия являются необходимым структурным элементом курса дисциплины «Мониторинг среды обитания» и предназначены для укрепления, углубления полученных теоретических знаний и приобретения практических навыков по основным направлениям будущей профессиональной деятельности бакалавров направления "Техносферная безопасность".

В методических рекомендациях изложен теоретический материал, необходимый для выполнения заданий, и конкретные рекомендации по их выполнению. При подготовке к лабораторной работе студенты должны изучить лекционный материал по теме, ответить на теоретические вопросы преподавателя и выполнить задания.

Лабораторная работа 1

Оценка влияния транспортных коммуникаций на воздушную среду города

1. Цель работы: на основании натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков оценить влияния транспортных коммуникаций на воздушную среду города

2. Теоретическое обоснование

В качестве исходных данных для расчета выбросов автотранспорта в атмосферу используются результаты натурных обследований структуры и интенсивности автотранспортных потоков с подразделением по основным категориям автотранспортных средств. Методика их проведения изложена в «Методике определения выбросов автотранспорта для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферы городов» (М, 1999).

Выброс i - го вредного вещества автотранспортным потоком (M_{Li}) определяется для конкретной автомагистрали, на всей протяженности которой, структура и интенсивность автотранспортных потоков изменяется не более, чем на 20 - 25 %. При изменении автотранспортных характеристик на большую величину, автомагистраль разбивается на участки, которые в дальнейшем

В районе перекрестка выбрасывается наибольшее количество вредных веществ автомобилем за счет торможения и остановки автомобиля перед запрещающим сигналом светофора и последующим его движением в режиме «разгона» по разрешающему сигналу светофора.

Это обуславливает необходимость выделить на выбранной автомагистрали участки перед светофором, на которых образуется очередь автомобилей, работающих на холостом ходу в течение времени действия запрещающего сигнала светофора. Расчеты выбросов выполняются для

следующих вредных веществ, поступающих в атмосферу с отработавшими газами автомобилей:

- оксид углерода (CO);
- оксиды азота $N O_x$ (в пересчете на диоксид азота);
- углеводороды (CH);
- сажа;
- диоксид серы (SO_2);
- формальдегид;
- бенз(а) пирен.

Для определения характеристик автотранспортных потоков на выбранных участках улично - дорожной сети проводится учет проходящих автотранспортных средств в обоих направлениях с подразделением по следующим группам:

- 1 Л - легковые (отдельно легковые ЛК и легковые дизельные автомобили ЛД);
- 2 $ГК < 3$ - грузовые карбюраторные грузоподъемностью менее 3 тонн и микроавтобусы;
- 3 $ГК > 3$ - грузовые карбюраторные грузоподъемностью более 3 тонн (ЗИЛ, Урал и др.);
- 4 АК - автобусы карбюраторные (ПАЗ, ЛАЗ, ЛИАЗ);
- 5 ГД - грузовые дизельные (КРАЗ, КАМАЗ);
- 6 АД - автобусы дизельные;
- 7 ГГБ - грузовыегазобалонные, работающие на сжатом природном газе.

Для выявления максимальной транспортной нагрузки наблюдения выполняются в часы «пик». Подсчет проходящих по данному участку автомагистрали транспортных средств проводится в течение 20 минут каждого часа. Результаты обследований вносят в «Полевой журнал». Обследования проводят для участка свободного движения автомобилей и для перекрестка (табл.1,.2) и вычерчивают схемы расположения обследуемых автомагистралей

и перекрестков с регулируемым движением, на которых указываются места наблюдения.

Таблица 1 – Полевой журнал обследования автомагистрали

Наименование участка	Число автомобилей по группам								Скорость движения потока, км / час		
	ЛК	ЛД	ГК>3	ГК<3	АК	ГД	АД	ГГБ	легк.	груз.	автоб.

Таблица 2 – Полевой журнал обследования перекрестка

Наименование улиц, образующих перекресток _____

Направление движения автотранспорта _____

Ширина проезжей части, количество полос _____

Время работы запрещающего сигнала светофора, мин	Число автомобилей по группам								Длина очереди автотранспорта (м)
	ЛК	ЛД	ГК>3	ГК<3	АК	ГД	АД	ГГБ	

Таким образом, для автомагистрали (или ее участка) при наличии регулируемого перекрестка суммарный выброс M будет равен:

$$M = \sum_1^n (M_{\Pi 1} + M_{\Pi 2}) + M_{L1} + M_{L2} + \sum_1^m (M_{\Pi 3} + M_{\Pi 4}) + M_{L3} + M_{L4} \quad (1)$$

Где $M_{\Pi 1}, M_{\Pi 2}, M_{\Pi 3}, M_{\Pi 4}$ – выброс в атмосферу автомобилями, находящимися в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора;

$M_{L1}, M_{L2}, M_{L3}, M_{L4}$ - выброс в атмосферу автомобилями, движущимися по данной автомагистрали в рассматриваемый период времени;

m и n – число остановок автотранспортного потока перед перекрестком соответственно на одной и другой улицах его образующих за 20-минутный период времени.

Выброс i - того загрязняющего вещества (г / с) движущимся автотранспортным потоком на автомагистрали (или ее участке) с фиксированной протяженностью L (км) определяется по формуле:

$$M_{Li} = \frac{L}{3600} \sum_1^k M_{ki}^{\Pi} Gr \quad (2)$$

Где L – протяженность автомагистрали и длина зоны перекрестка, км

г – поправочный коэффициент (табл.3)

G - интенсивность движения данной группы автомобилей;

k – количество групп автомобилей;

M_{ki}^{II} - значение пробеговых выбросов для различных групп автомобилей
(табл. 4)

Таблица 3 – Коэффициент, учитывающий изменения количества выбрасываемых вредных веществ в зависимости от скорости движения

Показатель	Скорость движения автомобилей, км/ч									
	10	15	20	25	30	35	40	45	50	60
г	1.35	1.28	1.2	1.1	1.0	0.88	0.75	0.63	0.5	0.3

Таблица 4 – Удельные значения пробеговых выбросов для различных групп автомобилей

Группа автомобилей	Выбросы, г/км						
	CO	NO _x	CH	SO ₂	сажа	формальдегид	бензапирен
ЛК	19.0	1.8	2.1	0.065	-	0.006	$1.7 \cdot 10^{-6}$
ЛД	2.0	1.3	0.25	0.21	0.1	0.003	-
ГК<3	69.4	2.9	11.5	0.20	-	0.020	$4.5 \cdot 10^{-6}$
ГК>3	75.0	5.2	13.4	0.22	-	0.022	$6.3 \cdot 10^{-6}$
АК	97.6	5.3	13.4	0.32	-	0.03	$6.4 \cdot 10^{-6}$
ГД	8.5	7.7	6.0	1.25	0.3	0.21	$6.5 \cdot 10^{-6}$
АД	8.8	8.0	6.5	1.45	0.3	0.31	$6.7 \cdot 10^{-6}$
ГГБ	39.0	2.6	1.3	0.18	-	0.002	$2.0 \cdot 10^{-6}$

При расчетной оценке уровней загрязнения воздуха в зонах перекрестков следует исходить из наибольших значений содержания вредных веществ в отработавших газах, характерных для режимов движения автомобилей в районе пересечения автомагистралей (торможение холостой ход, разгон).

Выброс i -го загрязняющего вещества в зоне перекрестка при запрещающем сигнале светофора M_n определяется по формуле:

$$M_{II} = \frac{P}{40} \sum_{n=1}^{N_u} \sum_{k=1}^{N_{zp}} (M_{IIi} \cdot G) \quad (3)$$

где P – продолжительность действия запрещающего сигнала светофора (включая желтый), мин;

$N_{ц}$ – количество циклов действия запрещающего сигнала светофора за 20 минутный период времени;

$N_{гр}$ – количество групп автомобилей;

G – интенсивность движения данной группы автомобилей, шт;

$M_{пи}$ – удельный выброс i – го загрязнения автомобилем, находящимся в очереди у запрещающего сигнала светофора, г/мин (табл. 5)

Таблица 5 – Удельные значения выбросов для различных групп автомобилей, находящихся в зоне перекрестка

Группа автомобилей	Выбросы, г/км						
	CO	NO _x	CH	SO ₂	сажа	формальдегид	бензапирен
ЛК	3.5	0.05	0.25	0.01	-	0.0008	$2.0 \cdot 10^{-6}$
ЛД	0.13	0.08	0.06	0.04	0.035	0.0008	-
ГК<3	6.3	0.075	1.0	0.02	-	0.0015	$4.0 \cdot 10^{-6}$
ГК>3	18.4	0.2	2.96	0.028	-	0.006	$4.4 \cdot 10^{-6}$
АК	16.1	0.16	2.64	0.03	-	0.012	$4.5 \cdot 10^{-6}$
ГД	2.85	0.81	0.3	0.075	0.07	0.015	$6.3 \cdot 10^{-6}$
АД	3.07	0.7	0.41	0.09	0.09	0.020	$6.4 \cdot 10^{-6}$
ГГБ	6.44	0.09	0.26	0.01	-	0.0004	$3.6 \cdot 10^{-6}$

3. Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы студентам необходимо иметь при себе часы (секундомер), полевые журналы обследования автомагистрали и перекрестка, ручку, калькулятор для выполнения расчетов.

4. Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдение требований инструкции при работе в лаборатории.

5. Методика и порядок выполнения работы

1. Провести подсчет автомобилей на участке транспортной магистрали и на перекрестке. Результаты подсчета привести в таблицы 1 и 2.

2. По формуле 2 провести расчет выброса вредных веществ при движении автомобилей на данном участке, результаты расчета внести в таблицу 6.

Таблица 6 – Результаты расчета удельные значения пробеговых выбросов для различных групп автомобилей

Группа автомобилей	Выбросы, г/км						
	CO	NO _x	CH	SO ₂	сажа	формальдегид	бензапирен
ЛК							
ЛД							
ГК<3							
ГК>3							
АК							
ГД							
АД							
ГТБ							

3. По формуле 3 провести расчет выброса вредных веществ на перекрестке, результаты расчета внести в таблицу 7.

Таблица 7 – Удельные значения выбросов для различных групп автомобилей, находящихся в зоне перекрестка

Группа автомобилей	Выбросы, г/км						
	CO	NO _x	CH	SO ₂	сажа	формальдегид	бензапирен
ЛК							
ЛД							
ГК<3							
ГК>3							
АК							
ГД							
АД							
ГТБ							

4. По формуле 1 определить суммарный выброс автомобилями на данном участке городской автомагистрали.

5. Сделать вывод об особенностях загрязнения атмосферного воздуха автомобилями.

6. Содержание отчета и его форма

1. Тема работы;

2. Цель и содержание
3. Расчетные формулы, заполненные таблицы, выполненные задания
4. Вывод

7. Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Назовите виды ингредиентного загрязнения атмосферы
2. Охарактеризуйте последствия загрязнения атмосферы сернистым и угарным газами, оксидами азота, озоном?
3. Какие параметрические загрязнения атмосферы характерны для современных городов?
4. Охарактеризуйте причины и последствия изменения состава атмосферного воздуха
5. Поясните суть процесса, называемого «парниковым эффектом». Каковы его причины и последствия?
6. Что называется «смогом»? Какие виды смога Вы знаете?
7. Охарактеризуйте причины и последствия разрушения озонового слоя
8. Каковы причины и последствия «кислотных дождей»?
9. Какие закономерности распространения загрязнений в атмосфере над городом Вы знаете?

Лабораторная работа 2

Определение концентрации вредного вещества в помещении и на территории

1 Цель работы: Ознакомиться с методами определения предельно допустимых концентраций вредных веществ в воздухе производственных помещений.

2 Теоретическое обоснование

Под **вредным веществом** понимается вещество, которое при контакте с организмом человека вызывает производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруженные современными методами как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений.

Повышенная запыленность и загазованность воздуха рабочей зоны классифицируется как опасный и вредный производственный фактор. Под **опасным и вредным фактором** понимается производственный фактор, воздействие которого на работающего приводит к травме или заболеванию.

Классификация вредных веществ и общие требования безопасности приведены ГОСТ 12.1.007-76. В соответствии с ГОСТ 12.1.007-76 по степени воздействия на организм вредные вещества подразделяются на 4 класса опасности:

1. – вещества чрезвычайно опасные;
2. – вещества высокоопасные;
3. – вещества умеренно опасные;
4. – вещества малоопасные.

Таблица 1 – Класс опасности вредных веществ установлен в зависимости от норм показателей

Наименование показателей	Нормы для класса опасности			
	1	2	3	4
Предельно				

допустимая концентрация (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны, мг/м ³	менее 0,1	0,1-1	1,1-10	более 10
Средняя смертельная концентрация в воздухе, мг/м ³	менее 500	500-5000	5001-50000	более 50000

Контроль за содержанием вредных веществ в воздухе рабочей зоны должен устанавливаться:

- непрерывный для веществ I класса опасности;
- периодический для веществ 2,3,4 класса опасности.

Содержание вредных веществ в воздухе рабочей зоны не должно превышать предельно допустимых концентраций (ПДК), указанных в таблицах ГОСТ 12.1005-76.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) вредных веществ в воздухе рабочей зоны – это концентрации, которые при ежедневной 8-часовой работе (кроме выходных дней) или при другой продолжительности (не более 41 ч в неделю) в течение всего рабочего периода не вызывают заболеваний или отклонений в состоянии здоровья. Стандарт устанавливает ПДК для более чем 700 видов вредных веществ. При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких вредных веществ одностороннего действия суммы отклонений фактических концентраций каждого из них ($C_1, C_2 \dots C_n$) в воздухе помещений к их ПДК (ПДК₁, ПДК₂,... ПДК_n) не должны превышать единицы:

$$C_1 / \text{ПДК}_1 + C_2 / \text{ПДК}_2 + \dots + C_n / \text{ПДК}_n \leq 1$$

При одновременном содержании в воздухе рабочей зоны нескольких видов вредных веществ, не обладающих односторонним действием, ПДК остаются такими же, как и при изолированном действии.

ПДК распространяется на воздух рабочей зоны всех рабочих мест независимо от их распространения в производственных помещениях, на

открытых площадках, транспортных помещениях, на открытых площадках, транспортных помещениях и т.д.

Методы отбора проб воздуха

Чтобы правильно и своевременно оценить условия труда работающих, на производстве людей и сохранить их здоровье, необходимо знать, какие вредные химические вещества в виде газов, паров или аэрозолей могут выделяться в воздух при данных процессах и в каких количествах. Концентрации этих веществ не должны превышать установленных для них предельно допустимых норм. Методы определения химических веществ в воздухе основаны на разных принципах. В практике используют физико-химические приборы, быстрые, но менее точные методы анализа и длительные, но чувствительные и точные методы, включающие 2 процесса: отбор проб воздуха и его анализ.

1. Аспирационный метод

Исследуемый воздух пропускают с определенной скоростью через приборы, содержащие поглотительную жидкость или протягивают через трубки, заполненные твердыми фильтрующими материалами. Иногда в качестве сорбента применяют фильтры, вложенные в специальные патроны. Побудителями протягивания воздуха являются аспираторы (стеклянные или металлические), электроаспираторы, воздуходувки и др.

2. Метод отбора проб в сосуды

При отборе проб воздуха можно пользоваться обычными 1-2 л бутылками, если чувствительность применяемого метода для данного вещества велика (порядка 1 мкг) или концентрация его в воздухе значительна. Бутылки снабжены пробками, в которые вставлены 2 стеклянные трубки – длинная, доходящая почти до дна и короткая. На концы трубок надевают небольшие трубки с зажимами и отверстия загрызают стеклянными палочками.

Методы определения химических веществ в воздухе

1. Микрообъемный метод

Микрообъемный метод основан на поглощении вещества титрованным раствором щелочи и обратно титрованным избытком щелочи кислотой. Этот метод применяют для определения в воздухе окиси и двуокиси углерода, углеводородов после сжигания их до угольного ангидрида. В качестве щелочи используют едкий барий, титрование проводят соляной кислотой.

2. Фотометрические методы

Фотометрические методы анализа основаны на измерении интенсивности светопоглощения окрашенными растворами.

Колометрический визуальный метод основан на способности некоторых окрашенных растворов к светопоглощению пропорциональной концентрации веществ, вызывающих окраску. Интенсивность окраски пробного раствора сравнивается с окраской серий стандартных шкал.

Фотоэлектроколометрический метод основан на измерении ослабления интенсивности светового потока, прошедшего через окрашенный раствор.

Нефелометрический метод основан на явлении Тиндаля – рассеяние света твердыми частицами, находящимися во взвешенном состоянии в растворах.

Спектрофотометрический метод основан на спектрально избирательном поглощении монохроматического потока световой энергии при прохождении его через исследуемый раствор. Метод позволяет определить концентрации отдельных компонентов смесей окрашенных веществ, имеющих максимум поглощения при различных длинах волн, он более чувствительный и тонкий, чем фотоэлектроколометрический метод.

3. Люминесцентный метод

Основан на способности некоторых веществ отдавать поглощенную ими энергию в виде светового излучения.

Электроскопический метод основан на способности элементов, помещенных в пламя вольтовой дуги (3500-4000°C), давать определенный спектр излучения, который пропускается через систему линз и фиксируется на фотопластинке.

Полярнографический метод основан на измерении предельного тока диффузии, возникающего при электролизе испытуемого раствора с помощью ртутных или других электродов. При этом катодом служат капли ртути, вытекающие из капилляра, а анодом - слой ртути в электролизере, имеющий значительно большую поверхность, чем катод.

4. Хроматографический метод

Метод разработан для отдельного определения веществ, находящихся в сложных газовых или жидких смесях. Смесь пропускается через колонку, в которой имеются 2 фазы вещества:

- неподвижно твердое вещество (силикагель, активированный уголь и др.) или жидкость (органический растворитель), на твердый носитель
- подвижная фаза – жидкость или газ.

При движении исследуемой смеси между двумя фазами скорость компонентов смеси различна, в следствии чего выход их из колонки происходит одновременно.

5. Быстрые методы

Колориметрические методы основаны на протягивании воздуха, содержащего загрязняющие вещества, через раствор, фильтровальную бумагу или зерненный твердый сорбент и измерении интенсивности полученной на них окраски путем сравнения с окраской стандартных шкал.

Линейно-колориметрический метод основан на протягивании исследуемого воздуха через индикаторные трубки и измерении длины окрашенного слоя порошка по заранее подготовленным шкалам, показывающим зависимость этой длины от концентрации данного вещества. Анализ проводится по приборам УГ-1, УГ-2.

3 Аппаратура и материалы

Анализы будем проводить на приборе УГ-2. Оборудование для определения концентрации вредных веществ при помощи прибора УГ-2 отличается большой простотой. Он очень удобен в обращении и не требует

большой подготовки специалиста. Внешний вид прибора представлен на рисунке

Назначение газоанализатора. Универсальный переносной газоанализатор типа УГ-2 предназначен для определения в воздухе производственных помещений концентрации следующих вредных газов (паров): сернистого ангидрида, ацетилена, окиси углерода, сероводорода, хлора, аммиака, окислов азота; этилового эфира, бензина, бензола, толуола, ксилола, ацетона, углеводородов нефти (керосина осветительного, тракторного топлива Т-2, Т-4, ТС-1 и уат-спирита).

Принцип работы газоанализатора типа УГ-2 основан на просасывании воздуха, содержащего вредные газы (пары) через индикаторную трубку воздухозаборным устройством.

Образование окрашенного столбика в индикаторной трубке происходит вследствие реакции, возникающей между анализируемым газом (паром) и реактивом наполнителя индикаторной трубки. При этом происходит образование цветного продукта, отличного от исходного.

Длина окрашенного столбика индикаторного порошка в трубке пропорциональна концентрации анализируемого газа в воздухе и измеряется по шкале, градуированной в мг/м^3 . Цвета индикаторных порошков после просасывания исследуемого воздуха, примеси, улавливаемые при анализе специальной поглотительной трубкой и примеси, мешающие определению, указаны в таблице 2.

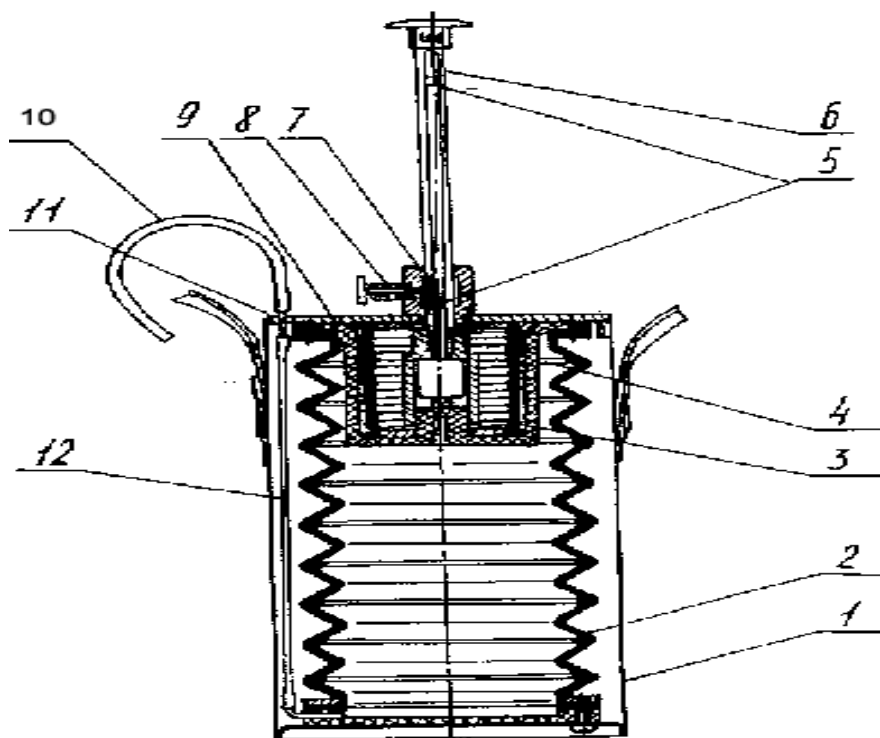


Рис. 12. Газоанализатор УГ-2

1 - корпус; 2 - сильфон; 3 - пружина; 4 - кольцо распорное;
 5 - канавка с двумя углублениями; 6 - шток; 7 - втулка;
 8 - фиксатор; 9-плата; 10 - трубка резиновая; 11 - штуцер;
 12 - трубка резиновая.

Воздухозаборное устройство. Основной частью воздухозаборного устройства является резиновый сильфон 2 с расположенной внутри стакана сжатой пружиной 3, которая удерживает шток 6 в верхнем положении. Во внутренних гольфах сильфона установлены распорные кольца 4 для придания жесткости сильфону и сохранения постоянства объема.

На верхней плате имеется неподвижная втулка 7 для направления штока при сжатии сильфона.

На штуцер с внутренней стороны надета трубка резиновая 10, которая через нижний фланец соединяется с внутренней полостью сильфона.

Свободный конец резиновой трубки служит для присоединения индикаторной трубки при анализе.

Таблица 2 – Цвета индикаторных порошков после просасывания исследуемого воздуха

Анализируемый газ, пары	Цвет индикаторного порошка после анализа	Примеси, улавливающие фильтрующим патроном	Примеси, мешающие определению при анализе
1	2	3	4
Сернистый ангидрид	белый	сероводород, аммиак, двуокись азота, туман серной кислоты, пары воды	
Этиловый эфир	зеленый	пары воды, этиловый спирт, органические кислоты, фенол	
Ацетилен	светло-коричневый	сероводород, фосфористый водород, кремнистый водород, ацетон, аммиак, пары воды	
Оксись углерода	коричневый (кольцо)	ацетилен, этилен, бензин, бензол и его гомологи, спирты, ацетон, соединения серы, хлор, окислы азота, дихлоретан, сероуглерод	карбонаты металлов
Сероводород	коричневый		меркоптаны
Хлор	красный		бром, йод, окислители, хлорамиты
Аммиак	синий		пары кислоты, щелочей и аминов
Окислы азота	красный		Галоиды (хлор, бром, йод), озон в концентрациях, превышающих допустимую в 10 и более раз
Бензин	светло-коричневый	углеводороды ароматического и непредельного рядов	
Бензол	светло-зеленый	пары воды	углеводороды жирного и ароматического рядов
Толуол	темно-коричневый	пары воды	-//-
Ксилол	красно-фиолетовый	пары воды	-//-

Продолжение таблицы 4.3

1	2	3	4
Ацетон	желтый	пары уксусной кислоты, уксусного ангидрида, соляной кислоты, сернистого ангидрида (если концентрация не превышает допустимые в 10 и более раз)	кетаны, уксусный ангидрид, сернистый ангидрид, хлористый водород, уксусная кислота и пары сложных эфиров в концентрациях, превышающих допустимые в 10 и более раз
Углеводороды нефти	светло-коричневый	пары воды, углеводороды ароматические (бензол, толуол, ксилол, и непредельные)	

На цилиндрической поверхности штока расположены 4 продольные канавки 5 с 2-мя углублениями для фиксации двух положений штока фиксатором 8. Расстояние между углублениями на канавках подобрано таким образом, чтобы при ходе штока от одного углубления до другого сильфон забирал заданный объем исследуемого воздуха.

Снаряжение индикаторных трубок

Необходимые принадлежности: стеклянные трубки длиной 90-92 мм с внутренним диаметром 2,5 - 2,6 мм, индикаторный порошок в ампулах, гигроскопическая вата без комочков, стержень стальной длиной 83,5-86,5 мм диаметром 2 мм, воронки стеклянные с тонким конусом, фольга алюминиевая отожженная толщиной 0,03 мм, размером 8x8 мм, сургуч конторский на капроновой основе, излом однородный мелкозернистый или смесь полиэтилена с парафином, чашечка металлическая для расплавления герметизирующего материала, плитка электрическая, запасные ампулы, заглушки для ампул.

4 Указания по технике безопасности

1. Перед началом работы преподаватель обязан проверить усвоение студентами специфики и последовательности проведения экспериментальной части работы.

2. В лаборатории запрещается находиться в верхней одежде, трогать и прикасаться к приборам и установкам, не предназначенным для выполнения работы.

3. К замерам концентрации вредных веществ в воздухе рабочей зоны приступать только после ознакомления с устройством, принципом действия и проверке знаний преподавателем.

4. При проведении замеров следует бережно относиться к прибору, не допуская резких толчков, располагать их вблизи включенных электроприборов и оборудования.

5 Методика и порядок выполнения работы

1. При выполнении лабораторной работы мы рассмотрим линейно-колориметрический метод, который основан на протягивании исследуемого воздуха через индикаторные трубки и измерении длины окрашенного слоя порошка по ранее приготовленным измерительным шкалам, которые показывают зависимость этой длины от концентрации вредных веществ в воздухе производственных помещений.

2. Передв один из концов стеклянной трубки вставляют стержень, в противоположный конец трубки вкладывают тампон из гигроскопической ваты и штырьком до соприкосновения с торцом стержня сжимают вату. При этом толщина тампона из ваты не должна превышать 2,5 мм.

3. Затем вынимают стержень и через воронку с тонким концом индикаторный порошок из ампул, вскрытый перед самым употреблением, насыпают до края в открытый конец трубки. При этом ампулу сразу же закрывают заглушкой с резиновой трубкой длиной 25 мм.

Постукиванием по стенке трубки достигается уплотнение столбика порошка, после чего сверху столбика укладывают такой же тампон из гигроскопической ваты. Постукивая стержнем о стенку трубки уплотняют столбик порошка, и нажимая стержнем тампон, устраняют образовавшийся просвет между столбиком и тампоном. Плохое уплотнение содержимого трубки способствует увеличению длины окрашенного столбика и размытости

его границ. Длина уплотненного столбика порошка в трубке, должна составлять 68-70 мм. Эта длина контролируется длиной стержня от конца до нанесенной на ней риски.

Правильность наполнения трубки и уплотнения столбика порошка контролируется временем защелкивания при проведении анализа (временем хода штока от верхнего отверстия в канавке штока до нижнего).

4. Снаряженные индикаторные трубки необходимо герметизировать заглушками или колпачками из сургуча с прокладкой из алюминиевой фольги, препятствующей затеканию сургуча внутрь трубки. Это делается следующим образом: свободные концы индикаторной трубки обжимают пластинками из фольги, погружают в расплавленный сургуч на глубину 10-11 мм таким образом, чтобы сургучом покрывалась вся обжатая часть фольги (при расплавлении сургуча не допускать появления дыма).

Поверхность колпачков должна быть совершенно гладкой. Допускается производить герметизацию трубки смесью парафина с полиэтиленом.

Во избежание длительного соприкосновения порошка с воздухом трубки готовят партиями не более 5 шт. (при приготовлении трубок на окислы азота, аммиака, сероводорода допускается готовить партию в 10 шт.), сразу же герметизируют и укладывают.

Обращается внимание, что принадлежности для приготовления трубок должны использоваться строго по назначению и только для тех газов, для которых они предназначены. В противном случае индикаторный порошок может загрязниться и не дать правильных результатов анализа воздуха.

5. Подготовка газоанализатора к работе. Перед проведением анализов необходимо проверить герметичность воздухозаборного устройства. Для этого сжимают сильфов штоком до верхнего отверстия на объеме 400 мм и фиксируют это положение фиксатором. Резиновую трубку перегибают и сжимают зажимом. Отводят фиксатор и после первоначального рывка его отпускают. Если в течение 10 мин не наблюдается заметного перемещения штока, то воздухозаборное устройство считают герметичным; из

неповрежденных ампул снабдить индикаторные трубки и фильтрующие патроны; при переноске газоанализатора из одного помещения в другое (с другой температурой) необходимо, чтобы индикаторные трубки приняли температуру окружающего воздуха, лишь после этого приступают к анализу.

6. Сжать сильфов штоком до верхнего отверстия на объеме 200 мм зафиксировать это положение фиксатором. К концу резиновой трубки вставить трубку с индикаторным порошком. Другой конец трубки держать над раствором аммиака. Отпустить шток и засечь время его полного поднятия. Измерить длину окрашенного слоя порошка по ранее приготовленным измерительным шкалам.

7. Измерить концентрации вредных веществ (аммиака, бензина, углеводородов нефти) на различных расстояниях от источника выделения. Заполнить таблицу 3

Таблица 3 – результаты измерений

Расстояние от источника	Концентрации вредных веществ			
	Аммиак / хода поршня)	(Время поршня)	Бензин / (Время хода поршня)	Углеводороды нефти / (Время хода поршня)
10 см				
30 см				
50 см				
80 см				
1 м				

8. Построить графики зависимости концентрации вредных веществ от расстояния от источника

9. По результатам исследований и согласно варианту задания определить интенсивность выделения вредного вещества, G , мг/ч, по формуле:

$$G = \frac{C \cdot V \cdot 3600}{t}, \text{ где} \quad (1)$$

C – концентрация вещества, мг/м³;

V – объем помещения, м³;

t – время хода поршня, с.

6. Содержание отчета и его форма

1. Титульный лист
2. Цель работы
3. Краткий конспект теоретического материала
4. Результаты исследований
5. Выводы.

7 Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Что такое вредное вещество?
2. Классы опасности вредных веществ.
3. Показатели, учитываемые при делении веществ на классы.
4. Что такое предельно допустимая концентрация?
5. Методы отбора проб воздуха.
6. Аспирационный метод отбора проб воздуха.
7. Методы определения химических веществ в воздухе.
8. Какой из методов определения концентрации химических веществ в воздухе мы использовали в работе?
9. Устройство и принцип действия газоанализатора УГ-2
10. Формула для вычисления воздухообмена.

Лабораторная работа 3

Оценка выбросов вредных веществ в атмосферу в различных режимах функционирования предприятий нефтяной промышленности

1. Цель работы: Изучить статистические данные об особенностях функционирования предприятий нефтяной промышленности. Оценить степень опасности выбросов в атмосферу от указанных предприятий в различных режимах их функционирования

2. Теоретическое обоснование

Загрязнение атмосферного воздуха от предприятий нефтяной промышленности происходит не только при возникновении чрезвычайной ситуации, но и в ходе повседневной деятельности. Если в качестве примера источника выбросов нефтепродуктов рассмотреть городскую автозаправочную станцию, то здесь основными источниками выбросов в режиме повседневной деятельности являются:

- резервуары хранения топлива;
- заправочные пистолеты и бензобаки заправляемого автотранспорта.

Выбросы происходят во время проведения операций с нефтепродуктами, которые разделяют на 3 вида:

- приемка нефтепродуктов (слив топлива из автоцистерны в резервуары для хранения);
- хранение нефтепродуктов до их выдачи;
- выдача (отпуск) нефтепродуктов (загрузка топливных баков автотранспорта топливом).

Расчет выбросов паров нефтепродуктов при приемке топлива

Максимальный разовый выброс (M , г/с) для бензина и дизельного топлива рассчитывается по формуле:

$$M = \frac{(C_I \cdot K_P^{MAX} \cdot V_q^{MAX})}{1200}, \quad (1)$$

где C_I – концентрация паров нефтепродуктов в резервуаре, г/м³, (принимается по таблице 1);

K_P^{MAX} – опытный коэффициент (принимается по таблице 2);

V_q^{MAX} – объем паровоздушной смеси вытесняемой из резервуара во время его заправки, м³/ч (принимается равным объему резервуара V_p).

Валовый выброс паров нефтепродуктов G , т/год, определяется по формуле:

$$G = (Y_2 \cdot Q_{OЗ} + Y_3 \cdot Q_{ВЛ}) \cdot K_{PMAХ} \cdot 10^{-6} + G_{KP} \cdot K_{III} \cdot N_P, \quad (2)$$

где Y_2, Y_3 – средние удельные выбросы из резервуара соответственно в осенне-зимний и весенне-летний периоды года, г/т, принимаются по таблице 1;

$Q_{OЗ}, Q_{ВЛ}$ – количество нефтепродукта закачанного в резервуар в течение периода года (ОЗ – осенне-зимний, ВЛ – весенне-летний);

G_{KP} – выбросы паров нефтепродуктов при хранении бензина автомобильного в одном резервуаре, т/год, принимается по таблице 3;

N_P – количество резервуаров;

K_{III} – опытный коэффициент, принимается по таблице 1.

Таблица 1 – Значения концентраций паров нефтепродуктов в резервуаре C_i удельных выбросов Y_2, Y_3 и опытных коэффициентов K_{nn}

Нефте- продукт	КЛИМАТИЧЕСКАЯ ЗОНА									$K_{нп}$, при t 20°С
	1			2			3			
	C_i , г/м ³	Y_2 , г/т	Y_3 , г/т	C_i , г/м ³	Y_2 , г/т	Y_3 , г/т	C_i , г/м ³	Y_2 , г/т	Y_3 , г/т	
Бензин автомоб.	777,6	639,60	880,0	972,0	780,0	1100,0	1176,12	967,2	1331,0	1,1
Дизельное топ.	2,59	1,56	2,08	3,14	1,9	2,6	3,92	2,36	3,15	2,9x10 ⁻³

Примечание: Значения Y_2 (осенне-зимний период года) принимаются равными – Y_3 (весенне-летний период) для моторного топлива, мазутов и масел.

Таблица 2 – Значения опытных коэффициентов K_p

Категория	Конструкция резервуаров	K_p^{max} , или K_p^{cp}	Объем резервуара, V_p , м ³			
			100 и менее	200 – 400	700 – 1000	2000 и более
1	2	3	4	5	6	7
А	Наземный вертикальный	K_p^{max}	0,90	0,87	0,83	0,80
		K_p^{cp}	0,63	0,61	0,58	0,56
	Заглубленный	K_p^{max}	0,80	0,77	0,73	0,70
		K_p^{cp}	0,56	0,54	0,51	0,50
Б	Наземный горизонтальный	K_p^{max}	1,00	0,97	0,93	0,90
		K_p^{cp}	0,70	0,68	0,65	0,63
	Наземный вертикальный	K_p^{max}	0,95	0,92	0,88	0,85
		K_p^{cp}	0,67	0,64	0,62	0,60
	Заглубленный	K_p^{max}	0,85	0,82	0,78	0,75
		K_p^{cp}	0,60	0,57	0,35	0,53
	Наземный горизонтальный	K_p^{max}	1,00	0,91	0,96	0,95
		K_p^{cp}	0,70	0,69	0,67	0,67
В	Наземный вертикальный	K_p^{max}	1,00	0,97	0,93	0,90
		K_p^{cp}	0,70	0,68	0,650	0,63
	Заглубленный	K_p^{max}	0,90	0,87	0,83	0,80
		K_p^{cp}	0,63	0,61	0,58	0,56
	Наземный горизонтальный	K_p^{max}	1,00	1,00	1,00	1,00
		K_p^{cp}	0,70	0,70	0,70	0,70

Таблица 3 – Количество выделяющихся паров бензинов автомобильных при хранении в одном резервуаре C_{ip} , т/год

V _р , м ³	Вид резервуара			Загубленный	Горизонтальный
	Наземный				
	Средства сокращения выбросов				
	Отсутств.	Понтон	пл. крыша		
1-я климатическая зона					
100 и менее	0,18	0,040	0,027	0,053	0,18
200	0,31	0,066	0,044	0,092	0,31
300	0,45	0,097	0,063	0,134	0,15
400	0,56	0,120	0,079	0,170	0,56
700	0,89	0,190	0,120	0,270	-
1000	1,31	0,250	0,170	0,360	-
2000	2,16	0,120	0,280	0,650	-
3000	3,03	0,590	0,400	0,910	-
5000	4,70	0,920	0,620	1,410	-
10000	8,180	1,600	1,080	2,450	-
15000 и более	11,99	2,360	1,590	3,600	-
2-я климатическая зона					
100 и менее	0,22	0,049	0,033	0,066	0,22
200	0,38	0,081	0,054	0,114	0,38
300	0,55	0,120	0,078	0,165	0,45
400	0,69	0,150	0,098	0,210	0,69
700	1,10	0,230	0,150	0,330	-

V _р , м ³	Вид резервуара			Загубленный	Горизонтальный
	Наземный				
	Средства сокращения выбросов				
	Отсутств.	Понтон	пл. крыша		
1000	1,49	0,310	0,210	0,450	-
2000	2,67	0,520	0,350	0,800	-
3000	3,74	0,730	0,490	1,120	-
5000	5,80	1,140	0,770	1,740	-
10000	10,10	1,980	1,330	3,030	-
15000 и более	14,80	2,910	1,960	4,440	-
3 я климатическая зона					
100 и менее	0,27	0,060	0,041	0,081	0,27
200	0,47	0,100	0,066	0,142	0,47
300	0,68	0,157	0,096	0,203	0,68
400	0,85	0,180	0,121	0,260	0,85
700	1,35	0,280	0,180	0,410	-
1000	1,83	0,380	0,260	0,550	-
2000	3,28	0,640	0,430	0,980	-
3000	4,60	0,900	0,600	1,380	-
5000	7,13	1,400	0,950	2,140	-
10000	12,42	2,440	1,640	3,730	-
15000 и более	18,20	3,580	2,410	5,460	-

Расчет выбросов паров нефтепродуктов при хранении топлива

Исходными данными для расчета выбросов паров нефтепродуктов при хранении топлива являются:

$V_{сл}$ – объем слитого нефтепродукта из автоцистерны в резервуар, м^3 , принимается равным объему резервуара;

$Q_{оз}$, $Q_{вл}$ – количество закачиваемого в резервуар нефтепродукта в ОЗ – осенне-зимний, ВЛ – весенне-летний периоды года, принимается по данным АЗС.

Максимальные выбросы (M , г/с) для автобензинов и дизельного топлива рассчитывается по формуле при среднем времени слива 1200 с

$$M = \frac{C_{P_{MAX}} \cdot V_{сл}}{1200}, \quad (3)$$

где $C_{P_{MAX}}$ – максимальная концентрация паров нефтепродуктов в выбросах паровоздушной смеси при заполнении резервуаров и баков автомашин, г/м^3 , принимаются по таблице 4.

Таблица 4 – Концентрации паров нефтепродуктов, C , г/м³, в выбросах паровоздушной смеси при заполнении резервуаров и баков автомашин

Нефтепродукт	Вид выброса*	Конструкция резервуара		Бак а/м, С ₆ , г/м ³
		наземный С _р , г/м ³	заглублен. С _р , г/м ³	
1-я климатическая зона				
Бензин автомобильный	макс	464,0	384,0	-
	оз	205,0	172,2	3440
	вл	248,0	255,0	412,0
Дизельное топливо	макс	1,49	1,24	-
	оз	0,79	0,66	1,31
	вл	1,06	0,88	1,76
2-я климатическая зона				
Бензин автомобильный	макс	580,0	480,0	-
	оз	250,0	210,2	420,0
	вл	310,0	255,0	515,0
Дизельное топливо	макс	1,86	1,55	-
	оз	0,96	0,80	1,6
	вл	1,32	1,10	2,2
3-я климатическая зона				
Бензин автомобильный	макс	701,8	580,0	-
	оз	310,0	260,4	520,0
	вл	375,1	308,5	623,1
Дизельное топливо	макс	225	1,88	-
	оз	1,19	099	1,98
	вл	1,60	1,33	266

* макс – максимальный выброс; оз - выброс в осенне-зимний период; вл-выброс в весенне-летний период.

Годовые выбросы (G , т/год) рассчитываются суммарно при закачке в резервуар, баки автомашин ($G_{ЗАК}$, т/год) и при проливах нефтепродуктов на поверхность $G_{ПР}$:

$$G = G_{ЗАК} \cdot G_{ПР}, \quad (4)$$

$$G_{ЗАК} = [(C_P + C_B) \cdot Q_{ОЗ} + (C_P + C_B) \cdot Q_{ВЛ}] \cdot 10^{-6}, \quad (5)$$

$$\text{для бензина} \quad G_{ПР} = 125 \cdot (Q_{ОЗ} + Q_{ВЛ}) \cdot 10^{-6}, \quad (6)$$

$$\text{для ДТ} \quad G_{ПР} = 50 \cdot (Q_{ОЗ} + Q_{ВЛ}) \cdot 10^{-6}, \quad (7)$$

где C_P , C_B – концентрация паров нефтепродуктов в выбросах паровоздушных смесей при заполнении резервуаров и баков автомобилей, г/м³. Принимаются по таблице 4.

125, 50 – удельные выбросы при «проливах» при стекании нефтепродукта со стенок заправочных и сливных шлангов в граммах, отнесенных к 1 м³ соответствующего нефтепродукта.

***Расчет выбросов загрязняющих веществ в атмосферу при заправке
автотранспорта топливом***

Максимальные разовые выбросы, M , г/с, для из бензобаков рассчитывается по формуле:

$$M = \frac{C_0 \cdot V_0 \cdot n}{3600}, \quad (8)$$

где C_0 – максимальная концентрация паров нефтепродуктов в выбросах паровоздушной смеси при заполнении баков автомашин, г/м³ (принимается по таблице 4);

V_0 – объем нефтепродукта заполняемого в бак автомобиля при одной заправке, м³, по бензину $V_0 = 0,035$ м³, по ДТ $V_0 = 0,05$ м³;

n – количество заправок за 1 час, $n=40$, принимается из характеристики АЗС.

Валовый выброс (G , т/год) рассчитываются суммарно при годовом выбросе при закачке в бак ($G_{закб}$, т/год), и при годовом выбросе нефтепродуктов при проливах $G_{пр}$ составляет:

$$G = G_{закб} \cdot G_{пр}, \quad (9)$$

$$G_{закб} = [C_{Б,ОЗ} \cdot Q_{ОЗ} + C_{Б,ВЛ} \cdot Q_{ВЛ}] \cdot 10^{-6}, \quad (10)$$

где $G_{пр}$ для бензина рассчитывается по формуле (6);

$G_{пр}$ для ДТ рассчитывается по формуле (7);

$C_{Б,ОЗ}, C_{Б,ВЛ}$ – концентрация паров нефтепродуктов в выбросах паровоздушной смеси при заполнении баков автомашин в осенне-зимний и весенне-летний периоды, г/м³ (принимается по таблице 4).

При необходимости идентификации в выбросах индивидуальных углеводородов по их содержанию в паровой фазе могут быть использованы

данные о массовом составе выбросов паров нефтепродуктов M_i и G_i (таблица 5) с последующим расчетом по формулам:

$$M_i = \frac{M \cdot C_i}{100}, \quad (11)$$

$$G_i = \frac{G \cdot C_i}{100}, \quad (12)$$

где M_i – максимальный разовый выброс, г/с;

G_i – валовый выброс, т/год;

C_i – концентрация загрязняющих веществ (% по массе) в парах различных нефтепродуктов (таблица 5).

Расчет выбросов вредных веществ в атмосферу при горении нефтепродуктов

Процесс горения нефти и нефтепродуктов может возникать при авариях, а также при сжигании некондиционных продуктов или аварийных разливов.

Таблица 5 – Концентрация загрязняющих веществ в парах различных нефтепродуктов

Наименование нефтепродукта	Углеводороды									Сероводород
	Предельные			Непредельные (по числу атомов углерода)	Ароматические					
	Всего	В том числе			Всего	в том числе				
		C ₁ -C ₅	C ₆ -C ₁₀			Бензол	Толуол	Ксилол	Этил-бензол	
Уайт-спирит	93,74	11,88	81,86	-	6,26	2,15	3,20	0,91	-	-
Бензин А-76	93,85	75,47	18,38	2,50	3,65	2,00	1,45	0,15	0,05	-
Бензин (Аи-92-Аи-95)	92,68	67,67	25,01	2,50	4,82	2,30	2,17	0,29	0,06	-
Ловушечный продукт	98,31	-	-	-	1,56	-	-	-	-	0,13
Дизельное топливо	99,57	-	-	-	0,15	-	-	-	-	0,28
Мазут	99,31	-	-	-	0,21	-	-	-	-	0,48

Процесс горения нефти сопровождается образованием различных продуктов горения. Состав продуктов сгорания зависит от состава нефти и коэффициента избытка воздуха.

Основным продуктом сгорания углеводородов является диоксид углерода (CO_2), но так как горение диффузионное и воздуха недостаточно, то образуются оксид углерода (CO), продукты неполного сгорания – углеводороды различного строения (формальдегид, органические кислоты, бенз(а)пирен и др.), сажа (C).

В процессе горения участвует азот, входящий в состав воздуха. При высоких температурах он способен окисляться с образованием оксидов азота (NO , NO_2 и др.).

Если в состав нефти входят соединения серы (сероводород, меркаптаны, сульфиды и др.) то в процессе горения образуются оксиды серы (SO_2 и SO_3).

Предлагаемый метод расчета применяется для определения массы вредных веществ, выделяющихся в атмосферу при горении нефти в амбарах, резервуарах, обваловках на водной поверхности и так далее. Основная расчетная формула:

$$П = K \cdot m \cdot S_{cp}, \quad (13)$$

где $П$ – масса загрязняющего вещества, выброшенного в атмосферу в единицу времени, кг/ч, т. е. выброс загрязняющего вещества;

K – удельный выброс загрязняющего вещества на единицу массы сгоревшего нефтепродукта (нефти), кг (вещества)/ кг (нефти). Величина K определяется при температуре горения меньше либо равной 1300°C и избытке воздуха $\alpha=0,93$, что соответствует реальным условиям свободному горению нефти (таблица6);

m – скорость выгорания нефтепродукта, кг/(м²*час). Определяется по таблице 7;

S_{cp} – средняя поверхность зеркала жидкости, м².

Таблица 6 – Удельный выброс вредного вещества при горении нефти и нефтепродуктов на поверхности

Загрязняющий атмосферу компонент	Химическая формула	Удельный выброс вредного вещества, кг/кг		
		нефть	ДТ	бензин
Диоксид углерода	CO ₂	1,0000	1,0000	1,0000
Оксид углерода	CO	0,0840	0,0071	0,3110
Сажа	C	0,1700	0,0129	0,0015
Оксиды азота (в пересчете на NO ₂)	NO ₂	0,0069	0,0261	0,0151
Сероводород	H ₂ S	0,0010	0,0010	0,0010
Оксиды серы (в пересчете на SO ₂)	SO ₂	0,0278	0,0047	0,0012
Синильная кислота	HCN	0,0010	0,0010	0,0010
Формальдегид	HCHO	0,0010	0,0011	0,0005
Органические кислоты (в пересчете на CH ₃ COOH)	CH ₃ COOH	0,0150	0,0036	0,0005

Таблица 7 – Величина скорости выгорания нефти и нефтепродуктов

Нефтепродукт	Скорость выгорания, <i>m</i>		Линейная скорость выгорания, <i>L</i> , мм/ мин
	кг / м ² • с	кг/ м ² • ч	
Нефть	0,030	108,0	2,04
Мазут	0,020	72,0	1,18
Дизельное топливо	0,055	198,0	4,18
Керосин	0,048	172,0	3,84
Бензин	0,053	190,8	4,54

Среднюю поверхность зеркала горения определяют путем измерения, но в аварийных случаях можно определить S_{cp} расчетным путем.

1. При горении нефти в резервуаре без его разрушения S_{cp} равна площади горизонтального сечения резервуара.

2. При горении нефти с разрушением резервуара и вытеканием нефти в обваловку S_{cp} равна площади обваловки.

3. Для резервуаров, получивших во время аварии сильные разрушения

$$S_{cp} = 4,63 \cdot V_p, \quad (14)$$

где V_p – объем нефтепродукта в резервуаре.

Так как на АЗС подстилающая поверхность твердая, то в расчетах не учитывается возможность впитывания нефтепродуктов в почву.

При необходимости проведения расчетов выбросов вредных веществ при горении пропитанных нефтью и нефтепродуктами инертных грунтов, применяется следующая формула:

$$П_j = 0,6 \cdot \frac{K_j \cdot K_H \cdot \rho \cdot b \cdot S_{cp}}{t}, \quad (15)$$

где K_j – удельный выброс, кг/кг;

K_H – коэффициент нефтеемкости грунта (таблица 8);

ρ – плотность нефтепродукта, кг/м³;

b – толщина пропитанного нефтепродуктом слоя почвы, м ;

S_{cp} – площадь нефтяного пятна на почве , м²;

t – время горения нефти от начала до затухания, ч;

0,6 – принятый коэффициент полноты сгорания нефтепродукта.

При этом не учитываются выбросы вредных веществ, образующихся при горении не нефтяных компонентов (флоры, фауны, почв, минералов и других компонентов почвы).

Таблица 8 – Значения коэффициента нефтеемкости грунта

Наименование грунта	Влажность грунта					
	0	20	40	60	80	100
Глинистый грунт	0,2	0,16	0,12	0,08	0,04	0,00
Пески (диаметр частиц 0,05 – 2,0 мм)	0,3	0,24	0,18	0,12	0,01	0,00
Супесь, суглинок	0,35	0,28	0,21	0,14	0,07	0,00
Гравий (диаметр частиц 2,0-20 мм)	0,48	0,39	0,29	0,19	0,09	0,00
Торфяной грунт	0,50	0,40	0,30	0,10	0,10	0,00

3. Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы студентам необходимо иметь при себе часы (секундомер), тетрадь, ручку, варианты исходных данных, калькулятор для выполнения расчетов.

4. Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдение требований инструкции при работе в лаборатории.

5. Методика и порядок выполнения работы

1. Записать в тетрадь основные понятия по теме работы.
2. Рассчитать выбросы загрязняющих веществ в атмосферу в повседневном режиме функционирования АЗС (при приемке, хранении и сливе нефтепродуктов) из резервуаров АЗС при условии наземного хранения (отсутствие средств сокращения выбросов). Вид нефтепродуктов задается преподавателем. Данные приведены в таблице 8.
3. В результате аварии на АЗС резервуар объемом V_p , м³, получил сильные разрушения. Найти численные значения выбросов загрязняющих атмосферу веществ при воспламенении нефтепродуктов. Объем резервуара и вид нефтепродукта принять из условия задачи 2.
4. По результатам расчетов, полученных при решении задач 2 и 3, сделайте выводы о характере выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в различных режимах функционирования АЗС.

Таблица 8 – Исходные данные для решения задачи 2

Вариант	Климат. зона	N_p		V_p , м ³	Q_{OZ} , м ³ (Дт/Бензин)	$Q_{ВЛ}$, м ³ (Дт/Бензин)	n	Категория объекта
		Для Дт	Для бензина					
1	1	2	4	3,5	300/500	350/550	35	А
2	2	1	3	4	220/480	260/500	25	Б
3	3	3	6	4,5	350/630	380/650	30	В
4	1	2	3	3,6	400/580	450/660	40	А
5	2	2	6	3,9	300/500	350/550	45	Б
6	3	4	4	5,0	220/480	260/500	50	В
7	1	2	4	4,3	350/630	380/650	33	А
8	2	1	3	4,8	400/580	450/660	20	Б
9	3	3	6	5,2	300/500	350/550	26	В
10	1	2	3	3,7	220/480	260/500	28	А
11	2	2	6	4,8	350/630	380/650	36	Б
12	3	4	4	5,3	400/580	450/660	48	В
13	1	2	4	5,5	300/500	350/550	45	А
14	2	1	3	4,6	220/480	260/500	30	Б
15	3	3	6	4,0	350/630	380/650	32	В
16	1	2	3	5,4	400/580	450/660	42	А
17	2	2	6	4,2	350/630	380/650	40	Б
18	3	4	4	4,7	400/580	450/660	30	В

6. Содержание отчета и его форма

1. Тема работы;
2. Цель и содержание
3. Расчетные формулы, заполненные таблицы, выполненные задания
4. Вывод

7. Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Организация наблюдений за загрязнением атмосферы.
2. Состав атмосферного воздуха.
3. Показатели качества атмосферного воздуха.
4. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (взвешенные вещества)
5. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (соединения азота)
6. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (соединения серы)
7. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (взвешенные вещества)
8. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (диоксид углерода)
9. Метеорологический и климатический потенциал загрязнения атмосферы.
10. Влияние инверсии на загрязнение воздушной среды.
11. Влияние туманов на загрязнение атмосферы.
12. Влияние ветра на загрязнение атмосферы.
13. Обобщенный показатель загрязнения воздуха по городу.
14. Прогноз загрязнения воздуха по городу.
15. Перечень веществ, подлежащих контролю.
16. Отбор и методы отбора проб воздуха
17. Снежный покров, как индикатор загрязнения воздуха.
18. Биологические наблюдения в мониторинге атмосферного воздуха.

Лабораторная работа 4

Расчет выбросов загрязняющих веществ предприятиями промышленности строительных материалов

1. Цель работы: Провести расчет и анализ выбросов загрязняющих веществ предприятиями промышленности строительных материалов, предложить мероприятия по их снижению

2. Теоретическое обоснование

Основными вредными веществами, поступающими от неорганизованных стационарных источников загрязнения окружающей среды в промышленности строительных материалов являются пылевые выбросы и газообразные компоненты (CO , SO_x , NO_x и др.), выделяющиеся при работе карьерного транспорта, буровых и взрывных работах.

В промышленности строительных материалов источниками неорганизованных выбросов являются узлы пересыпки материалов, перевалочные работы на складе, хранилища пылящих материалов, узлы загрузки продукции в неспециализированный транспорт навалом; хвостохранилища, карьерный транспорт и механизмы, дороги с покрытиями и без покрытия, погрузочно-разгрузочные работы, бурение шурфов и скважин, взрывные работы.

Карьеры строительных материалов можно рассматривать как единые источники равномерно распределенных по площади выбросов от автотранспортных, выемочно-погрузочных, буровых и взрывных работ.

Выбросы пыли при автотранспортных работах

Движение автотранспорта в карьерах обуславливает выделение пыли, а также газов от двигателей внутреннего сгорания. Пыль выделяется в результате взаимодействия колес с полотном дороги и сдува ее с поверхности материала, груженного в кузов машины.

Общее количество пыли (г/с), выделяемое автотранспортом в пределах карьера, можно характеризовать следующим уравнением:

$$M = (C_1 \cdot C_2 \cdot C_3 \cdot K_5 \cdot N \cdot L \cdot C_7 \cdot q_1) / 3600 + C_4 \cdot C_5 \cdot K_5 \cdot q_2 \cdot F_0 \cdot n, \quad (1)$$

где C_1 - коэффициент, учитывающий среднюю грузоподъемность единицы автотранспорта и принимается в соответствии с табл. 1;

C_2 - коэффициент, учитывающий среднюю скорость передвижения транспорта в карьере и принимаемый в соответствии с табл. 2. Средняя скорость транспортирования (км/ч) определяется по формуле:

$$V = (N \cdot L) / n, \quad (2)$$

C_3 - коэффициент, учитывающий состояние дорог и принимаемый в соответствии с табл. 3;

C_4 - коэффициент, учитывающий профиль поверхности материала на платформе и определяемый как отношение фактической поверхности материала с учетом рельефа его сечения к площади платформы. Значение C_4 колеблется в пределах 1,3 - 1,6 в зависимости от крупности материала и степени заполнения платформы;

C_5 - коэффициент, учитывающий скорость обдува материала, которая определяется как геометрическая сумма скорости ветра и обратного вектора средней скорости движения транспорта. Значение коэффициента приведено в табл. 4;

K_5 - коэффициент, учитывающий влажность поверхностного слоя материала. Принимается по табл. 4;

N - число ходок (туда и обратно) всего транспорта в час;

L - средняя протяженность одной ходки в пределах карьера, км;

q_1 - пылевыведение в атмосферу на 1 км пробега при принимается равным 1450 г;

q_2 - пылевыведение с единицы фактической поверхности материала на платформе, г/(м² с). Определяется по табл. 5;

F_0 - средняя площадь платформы, м²;

n - число автомашин работающих в карьере;

C_7 - коэффициент, учитывающий долю пыли, уносимой в атмосферу, равный 0,01.

Таблица 1- Зависимость C_1 от средней грузоподъемности автотранспорта

Средняя грузоподъемность, т	C_1
5	0,8
10	1,0
15	1,3
20	1,6
25	1,9
30	2,5
40	3,0

Таблица 2- Зависимость C_2 от средней скорости транспортирования

Средняя скорость транспортирования, км/ч	C_2
5	0,6
10	1,0
20	2,0
30	3,5

Таблица 3-Зависимость C_3 от состояния дорог

Состояние карьерных дорог	C_3
Дорога без покрытия (грунтовая)	1,0
Дорога с щебеночным покрытием	0,5
Дорога с щебеночным покрытием, обработанная раствором хлористого кальция, ССБ, битумной эмульсией	0,1

Таблица 4-Зависимость C_5 от скорости обдува кузова

Скорость обдува, м/с	C_5
до 2	1,0
5	1,2
10	1,5

Таблица 5-Пылевыведение с единицы фактической поверхности материала

Складируемый материал	q_2 , г/(м ² с)
Клинкер, шлак	0,002
Щебенка, песок, кварц	0,002
Мегрель, известняк, огарки, цемент	0,003
Сухие глинистые материалы	0,004
Хвосты асбестовых фабрик, песчаник, известь	0,005
Уголь, гипс, мел	0,005

Выбросы токсичных газов при работе карьерных машин

Расход топлива в кг/ч на одну л. с. мощности составляет ориентировочно для карбюраторных двигателей 0,4 кг/(л.с. ч) и для дизельных двигателей - 0,25 кг/(л.с. ч). Более точные данные необходимо брать по техническим характеристикам. Количество токсичных веществ в выхлопных

газах автомобилей можно рассчитать используя коэффициенты эмиссии, приведенные в табл. 6.

Таблица 6-Выбросы вредных веществ при сгорании топлива

Наименование вещества	Выбросы вредных веществ двигателями, т/т	
	карбюраторными	Дизельными
Оксид углерода	0,6	0,1
Углеводороды	0,1	0,03
Диоксид азота	0,04	0,04
Сажа	$0,58 \cdot 10^{-3}$	$15,5 \cdot 10^{-3}$
Диоксид серы	0,002	0,02
Свинец	0,3	-
Бенз/а/пирен	$0,23 \cdot 10^{-6}$	$0,32 \cdot 10^{-6}$

Количество вредных веществ, поступающих в атмосферу, определяют путем умножения величины расхода топлива в тоннах на соответствующие коэффициенты. Данные по расходу топлива для некоторых автомашин приведены в табл. 7.

Таблица 7-Расход топлива различными транспортными средствами

Марка автомашины	Вид топлива	Расход топлива, т/ч
КАМАЗ-511	Дизельное	0,013
КРАЗ-256 Б-1	Дизельное	0,019
ЗИЛ ММЗ-555	Бензин	0,014

Выбросы при буровых работах

Для расчета количества пыли (т/год), выбрасываемого в атмосферу при бурении используют формулу:

$$M_g = 0,758 d^2 v_b \rho T b k_1 (1 - \eta), \quad (3)$$

где d - диаметр буримых скважин, м; v_b - скорость бурения, м/ч; ρ - плотность породы, т/м³; T - годовое количество рабочих часов, ч/год; b - содержание пылевой фракции в буровой мелочи (принимается равным 0,1); k_1 - доля пыли, переходящая в аэрозоль (принимается равной 0,02); η - эффективность систем пылеочистки, в долях единицы.

Максимально разовый выброс пыли при работе буровых станков определяется по формуле:

$$M_g = 0,758 d^2 v_b \rho T b k_1 (1 - \eta) 10^6 / 3600, \quad (4)$$

Выбросы при взрывных работах

Загрязнение атмосферного воздуха при взрывных работах происходит за счет выделения вредных веществ из пылегазового облака и выделения газов из взорванной горной массы.

Взрывные работы сопровождаются массовым выделением пыли, Большая мощность пылевыведения обуславливает кратковременное загрязнение атмосферы, в сотни раз превышающее ПДК.

Расчет количества вредных веществ (t), выбрасываемых с пылегазовым облаком за пределы разреза при производстве одного взрыва, определяется по формуле:

$$M_g = Kq_i A(1 - \eta), \quad (5)$$

где K - безразмерный коэффициент, учитывающий гравитационное оседание вредных веществ в пределах разреза (для твердых частиц принимается равным 0,16; для газов - 1,0) q_i - удельное выделение вредных веществ при взрыве 1 т взрывчатых веществ, т; A - величина заряда ВВ, т; η - эффективность средств пылеподавления.

При проведении взрывных работ с применением средств пылегазоподавления могут быть приняты следующие значения η : при гидрозабойке скважин $\eta = 0,6$ для твердых частиц и $\eta = 0,85$ для газов; при гидрогелевой забойке - соответственно 0,50 и 0,85; для обводненных скважин $\eta = 0,5$ для твердых частиц.

Для определения значений q_i предварительно рассчитывают удельный расход ВВ на 1 м³ взорванной массы по формуле:

$$\Delta = 1000A / V_{Г.М.}, \quad (6)$$

где $V_{Г.М.}$ - объем взорванной горной массы, м³ (принимается по данным маркшейдерской службы).

Значения q_i твердых частиц и оксида углерода для различных видов ВВ с учетом их удельного расхода приведены в табл. 8, 9, Для оксидов азота q_i принимается равным 0,0025 т/т.

При использовании одновременно нескольких видов ВВ расчет количества вредных веществ (т), выбрасываемых с пылегазовым облаком за пределы разреза при производстве одного взрыва, производится по формуле:

$$M_{\text{в}} = K (q_{i1} A_1 + q_{i2} A_2 + \dots + q_{in} A_n)(1 - \eta), \quad (7)$$

Количество выделяющегося из горной массы после взрыва оксида углерода следует принимать равным 50% его выброса с пылегазовым облаком:

$$M_{\text{ПМ}}^{\text{CO}} = 0,5 M_{\text{В}}^{\text{CO}}, \quad (8)$$

Количество выделяющихся из горной массы после взрыва твердых частиц и оксидов азота принимается равным 0.

Для укрупненных расчетов валовых выбросов при планировании количество выбрасываемых вредных веществ определяется с учетом приведения взрывчатых веществ к граммониту 79/21 по формуле:

$$M_{\text{в}} = a K q'_i A_{\Gamma} (1 - \eta), \quad (9)$$

где a - безразмерный коэффициент, учитывающий выделение вредных веществ из взорванной горной массы (для оксида углерода принимается равным 1,5; для твердых частиц и оксидов азота - 1); q'_i - удельное выделение вредных веществ при взрыве 1т граммонита 79/21, т/т (принимается в соответствии с данными табл. 8); A_{Γ} - общий расход взрывчатых веществ, т/год.

Для определения q'_i по табл.8. предварительно находится удельный расход ВВ (кг/м³), приведенных к граммониту 79/21 по формуле:

$$\Delta = 1000 (A_1 b_1 + A_2 b_2 + \dots + A_n b_n) / V_{\Gamma.М.}, \quad (10)$$

где $b_1, b_2, \dots, b_n$ - безразмерные коэффициенты, учитывающие работоспособность взрывчатых веществ (принимается в соответствии с данными табл. 10)

Таблица 8 - Удельное выделение твердых частиц на 1 т ВВ при взрывных работах

Удельный расход ВВ, кг/м ³	Удельное выделение твердых частиц для различных ВВ, т/т										
	Граммонит 79/21 Аммонит №6ЖВ	Игданит Гранулит М	Граммонит	Граммонит	Гранулол	Граммонал А-45	Граммонал А-8	Гранулит АС-8	Аммонал водоустойчивый	Гранулит АС-4	Граммонал А-50
0,05	0,148	0,151	0,155	0,148	0,153	0,143	0,143	0,145	0,146	0,147	0,150
0,10	0,088	0,092	0,096	0,088	0,094	0,082	0,082	0,084	0,085	0,087	0,090
0,15	0,069	0,074	0,079	0,069	0,076	0,062	0,062	0,065	0,066	0,068	0,072
0,20	0,061	0,067	0,073	0,062	0,070	0,053	0,054	0,057	0,057	0,060	0,065
0,25	0,058	0,065	0,072	0,058	0,069	0,049	0,049	0,063	0,053	0,057	0,062
0,30	0,057	0,065	0,074	0,058	0,070	0,046	0,047	0,051	0,052	0,056	0,062
0,35	0,058	0,068	0,079	0,059	0,074	0,045	0,046	0,051	0,052	0,057	0,064
0,40	0,060	0,072	0,085	0,061	0,079	0,045	0,046	0,052	0,053	0,059	0,067
0,45	0,063	0,077	0,094	0,064	0,086	0,046	0,047	0,054	0,054	0,061	0,071
0,50	0,067	0,084	0,104	0,069	0,094	0,047	0,048	0,056	0,057	0,065	0,077
0,55	0,072	0,092	0,117	0,074	0,105	0,049	0,050	0,059	0,060	0,070	0,084
0,60	0,079	0,102	0,133	0,080	0,118	0,052	0,052	0,063	0,064	0,076	0,092
0,65	0,086	0,114	0,152	0,088	0,133	0,054	0,056	0,068	0,069	0,082	0,102
0,70	0,094	0,128	0,174	0,097	0,151	0,058	0,059	0,073	0,075	0,090	0,114
0,75	0,104	0,145	0,201	0,107	0,173	0,061	0,063	0,079	0,081	0,099	0,128
0,80	0,116	0,164	0,233	0,119	0,198	0,066	0,068	0,086	0,088	0,110	0,144
0,85	0,129	0,187	0,272	0,133	0,229	0,071	0,073	0,094	0,097	0,122	0,162
0,90	0,144	0,214	0,317	0,149	0,264	0,076	0,079	0,103	0,106	0,136	0,184
0,95	0,162	0,245	0,372	0,167	0,307	0,083	0,085	0,114	0,117	0,152	0,209
1,00	0,182	0,282	0,436	0,188	0,357	0,090	0,093	0,125	0,130	0,170	0,238

Таблица9 - Удельное выделение оксида углерода на 1т ВВ при взрывных работах

Удельный расход ВВ, кг/м ³	Удельное выделение оксида углерода для различных ВВ, т/т			
	Граммонит 79/21	Граммонит 30/70	Игданит	Прочие
0,05	0,104	0,040	0,009	0,037
0,10	0,076	0,037	0,007	0,032
0,15	0,056	0,034	0,006	0,028
0,20	0,040	0,032	0,005	0,024
0,25	0,030	0,029	0,004	0,021
0,30	0,022	0,027	0,004	0,018
0,35	0,016	0,025	0,003	0,016
0,40	0,012	0,023	0,002	0,014
0,45	0,008	0,021	0,002	0,012
0,50	0,006	0,020	0,002	0,010
0,55	0,004	0,018	0,001	0,009
0,60	0,003	0,017	0,001	0,008
0,65	0,002	0,015	0,001	0,007
0,70	0,001	0,014	0,001	0,006
0,75	0,001	0,013	0,001	0,005
0,80	0,001	0,012	0,001	0,005
0,85	0,001	0,011	0,001	0,004
0,90	0,001	0,010	0,001	0,003
0,95	0,001	0,010	0,001	0,003
1,00	0,001	0,009	0,001	0,003

Таблица 10-Значение переводного коэффициента для различных ВВ

ВВ	В
Граммонал А-45	0,79
Граммонал А-8	0,80
Гранулит АС-8	0,89
Аммонал водоустойчивый	0,90
Гранулит АС-4	0,98
Аммонит №6ЖВ	1,00
Граммонит 79/21	1,00
Граммонит 50/50-В	1,01
Граммонал А-50	1,08
Гранулит М	1,13
Игданит	1,13
Гранулотол	1,20
Граммонит 30/70-В	1,26

3. Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы студентам необходимо иметь при себе часы (секундомер), полевые журналы обследования автомагистрали и перекрестка, ручку, калькулятор для выполнения расчетов.

4. Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдение требований инструкции при работе в лаборатории.

5. Методика и порядок выполнения работы

1. На основании сведений о технологических процессах при добыче строительных материалов, выданных преподавателем, определить последовательность технологических операций и значения параметров технологических процессов;

2. Заполнить таблицу 11

Таблица – Данные о технологических процессах при добыче строительных материалов

C_1	C_2	C_3	C_4	C_5	K_5	N	L	C_7	q_1	q_2	F_0	n

3. Рассчитать выбросы при выполнении технологических операций добычи строительных материалов.

4. Сделать выводы

6. Содержание отчета и его форма

1. Тема работы;

2. Цель и содержание

3. Расчетные формулы, заполненные таблицы, выполненные задания

4. Вывод

7. Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Организация наблюдений за загрязнением атмосферы.

2. Состав атмосферного воздуха.

3. Показатели качества атмосферного воздуха.

4. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (взвешенные вещества)

5. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (соединения азота)

6. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (соединения серы)
7. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (взвешенные вещества)
8. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (диоксид углерода)
9. Метеорологический и климатический потенциал загрязнения атмосферы.
10. Влияние инверсии на загрязнение воздушной среды.
11. Влияние туманов на загрязнение атмосферы.
12. Влияние ветра на загрязнение атмосферы.
13. Обобщенный показатель загрязнения воздуха по городу.
14. Прогноз загрязнения воздуха по городу.
15. Перечень веществ, подлежащих контролю.
16. Отбор и методы отбора проб воздуха
17. Снежный покров, как индикатор загрязнения воздуха.
18. Биологические наблюдения в мониторинге атмосферного воздуха.

Лабораторная работа 5

Расчет выбросов загрязняющих веществ от источников деревообрабатывающей промышленности

***1. Цель работы:** Провести анализ источников выбросов загрязняющих веществ в процессах деревообработки, рассчитать их количество и сделать вывод о степени опасности исследуемого производства на окружающую среду.*

2. Теоретическое обоснование

Механическая обработка древесины связана с выделением загрязняющих веществ (древесная пыль, опилки, стружка). В лесопильных цехах при распиловке лесоматериалов хвойных и лиственных пород образуется кора, горбыль, опилки.

В деревообрабатывающих цехах в процессах раскря пиломатериалов на заготовки и рейки, в цехах по изготовлению оконных и дверных блоков, дверей, досок пола, паркета, плинтусов, заготовок мебели, товаров культбыта, тары и др. выделяется древесная пыль. Источниками выделения древесной пыли являются циркульные пилы, станки фуговальные, рейсмусовые, сверлильные, фрезерные, строгальные, шипорезные и др. оборудование (табл.1). При производстве этих операций образуется пыль различной крупности. Содержание пыли в отходах при различных технологических процессах обработки древесины приведено в табл.2.

Источниками выбросов древесной пыли в атмосферу являются трубы пылеулавливающих сооружений.

Количество пыли (т/год), поступающей в пылеулавливающее сооружение, определяется по формуле:

$$M_{oi} = K_o T q_i k_3 \cdot 10^{-3}, \quad (1)$$

где T - годовой фонд рабочего времени, ч/год;

K_o - коэффициент эффективности местных отсосов ($K_o=0.7 \dots 0.9$ [2]);

q - удельный показатель пылеобразования на единицу оборудования (кг/ч), по таблице 1 (графа 3);

k_3 - коэффициент нестационарности выделения вредных веществ

$$k_3 = t / T,$$

t - время работы технологического оборудования, за которое происходит выделение вредных веществ, ч., определяется расчетным методом или путем фотографирования времени техпроцесса.

Количество i -го вредного вещества (г/с), отходящего от отдельного источника выделения определяется по формуле:

$$G_{oi} = K_o q_i k_3 / 3600, \quad (2)$$

Если непрерывное время работы технологического оборудования, за которое происходит выделение вредных веществ превышает 20 мин., то в формуле 2 $k_3=1$.

Степень очистки газопылеулавливающего оборудования рекомендуется принимать по результатам измерений не выше годичной давности. Ориентировочные значения эффективности аппаратов пылегазоочистки применяемых в деревообрабатывающей промышленности приведены в табл. 3.

Таблица 1 -Пылеобразование при механической обработке древесины

Наименование оборудования	Вид отходов	Максимальный мгновенный выход (кг/час) пыли (200 мкм и менее)	Минимальный объем отсасываемого воздуха (м³/час)	Примечание
1	2	3	4	5
Станок круглопильный универсальный Ц6-2	пыль	3,133	840	
Станок фрезерный одношпиндельный Ф-4	пыль	1,352	1350	
Ф-5	-//-	1,352	1500	
Ф-6	-//-	1,352	1350	
Станок фрезерный одношпиндельный с механической подачей ФС-1	-//-	2,288	1350	
Станок фрезерный с верхним расположением шпинделя ВФК-2	-//-	2,113	400	
Станок сверлильно-шлифовальный с механической подачей СВА-2, СВА-2М	пыль	2,028	100	
Станок вертикальный сверлильно-пазовальный СВП-2	пыль	2,028	150	
Сверлильно-присадочный многошпиндельный горизонтально-вертикальный СГВП-1, СГВП-1А	пыль	1,814	1000	
Станок полировальный однобарабанный	пыль, в том числе: лаковая паста полировальная текстильные	0,022 0,774 0,033		

	волокна			
Линия крашения мебельных щитов МКП-3М. Станок для удаления пыли. Щетки	пыль древесная	0,120	3564	
Линия лакирования нитроцеллюлозными лаками. Станок для очистки пыли МЛН-1-10	пыль древесная	0,100	3887*	*общее от линии
Станок для промежуточного шлифования лаковой пленки Шл2В. Шлифовальный агрегат	пыль грунтовки	1,000	707	
Станок шлифовальный ленточный с ручным перемещением стола и утюжка ШЛПС-5П	пыль древесная	3,380	3000*	* общее от станка
Станок шлифовальный ленточный с механическим перемещением стола и утюжка ШЛПС-7	пыль древесная	6,695	3000*	* общее от станка
Станок шлифовальный ленточный с конвейерной подачей и протяжным утюжком ШЛПС-10 ШЛПС-9	пыль	45,045	14486*	* общее от станка
	пыль	45,045	14486*	* общее от станка
Станок кромкошлифовальный ленточный ШЛНСВ	пыль	1,430	2400*	-//-
Станок для раскроя плит с программным управлением ЦТМФ	пыль	17,225	12207*	* общее от станка
Станок форматно-обрезной трехпильный ШЗФ-1	пыль	4,745	2520*	-//-
Круглопильные станки ЦТЭФ ЦКБ-4, ЦМЭ-2 Ц2К12 ЦА-2 ЦДК-4 ЦМР-1 Универсальный круглопильный У6 Универсальный круглопильный УП	пыль	15,700	2520	
	пыль	15,800	860	
	пыль	11,800		
	пыль	39,700	1500	
	пыль	28,100		
	пыль	61,200	1900	
	пыль	8,400		
Фуговальные с механической подачей: ОФА-6 СР-3 СК-15, С16-4, С16-5 С2Р6, С2Р8 С2Р12 С2Р16	пыль	47,600		
	пыль	24,200		
	пыль	77,700		
	пыль	112,000	2500	
	пыль	122,500	3100	
	пыль	139,000		
Фрезерные ФЛ, ФЛА, ФСШ-1	пыль	4,8	900	

ФА-4	пыль	8,8	1350	
ФТК	пыль	4,4		
ВФК-2	пыль	5,4	400	
СР-6	пыль	61,2		
СР-12	пыль	83,7		
СР-18	пыль	125,000		
СГ-30, С-26	пыль	150,000		
Ленточнопильные:				
ЛС-80	пыль	9,800	1150	
ЛД-140	пыль	83,500	2500	
ЛС-80-1, ЛС-40-1	пыль	12,000		
Сверлильные и долбежные станки:				
СВПА	пыль	1,500		
2Н, 125Л	пыль	6,000		
ДМА-2	пыль	4,800		
Токарный 1Б61М, 1А61В	пыль	6,000		
Шлифовальные:				
ШлДБ	пыль	3,100		
ШлНС	пыль	2,700		
ШлСЛ	пыль	1,700		
Шл2Д	пыль	3,800		
Шл3Ц-2		26,500		
Шл3Ц13-3		45,600		
Линия раскроя облицовочных плит МРД-1	пыль	31,98	14100	
Круглоприльный станок ЦРЛ-20 для раскроя плит и листовых материалов	пыль	5,2	7750	
Линия обработки и фанерования кромок мебельных щитов				
МОК-3, МОК 3.01	пыль	104	17433	
МОК 3.02	пыль	104	17433	
Станок прирезной десятипильный ЦМР-3	пыль	53,950	6500	
Станок односторонний фуговальный ОФ 4-1А (ножевой вал)	пыль	19,500	1500	
Станок фуговальный односторонний ОФ6-1А, фреза	пыль	27,950	1600	
Станок деревообрабатывающий комбинированный КСМ-1А, ножевой вал	пыль	27,950	11083	
Станок вертикальный сверлильно-пазовальный с механической подачей СВА-3	пыль	2,028	400	
Станок агрегатный односторонний для облицовывания кромок				

мебельных щитов МОК 4.10				
шлифовальная головка	пыль	1,170	2239	
сверло, нож, пила	пыль	27,950	11083	

ДСП и производство цементно-стружечных плит				
Линия распределения сырой стружки ДЛС-2	пыль	следы	4749*	* общее от линии
Устройство рассеивающее для стружки ДРФ-2 (рассеивающие вальцы)	пыль	0,360	3000*	* общее от линии
Линия для непрерывной подачи пыли и стружки в смеситель ДЛС-1	пыль	2,10	9000*	-//-
Линия распределения стружки ДЛФ-1, течка		следы	113,6	-//-
Станция чистки поддонов щетки	пыль цементного камня	500,000	17572*	-//-
Станок форматный, круги алмазные отрезные	-//-	80,000	4000*	-//-
Станция формирующая (устройство рассеивающее)	пыль	следы		
Пильный агрегат	пыль	20,300		
Зона над первым бункером	пыль	30,000		
Устройство для обдува	пыль	12,500		
Транспортер скребковый	пыль	50,000		
Дробилка:				
аспирационные отверстия	пыль	20,000		
зонт	пыль	20,000		
Станки форматные для обработки щитов ЦФ-2М, ЦФ-2 (фреза, пила)	пыль	10,400	9888*	* общее от линии
Станок шлифовальный широкополосный с	шлифовальная пыль	260,000	34000*	-//-

конвейерной подачей 2ШЛКА				
Станок калибровочный ДКШ2	пыль	1170,000	67517*	-//-
Станок калибровочный ДКШ6	пыль	585,000	45849*	-//-
Станок круглопильный ЦА-2А (пила)	пыль	32,500	850	
Станок прирезной с гусеничной подачей ЦДК-4-2	пыль	9,7500	698	
Станок прирезной однопильный ЦДК-4-3	пыль	9,7500	1000	
Станок прирезной пятипильный ЦДК-5-2	пыль	32,500	1200	
Станок прирезной десятипильный ЦМР-2	пыль	32,500	5004	
Станок торцовочный с автоподачей ЦПА- 2	пыль	7,475	840	
Станок торцовочный с прямолинейным расположением суппорта ЦПА-40	пыль	7,475	633	
Станок ленточнопильный столярный ЛС-40- 01 пила	пыль	18,850	435	
Станок ленточнопильный столярный ЛС-80- 6 пила	пыль	18,850	1272	
Станок фрезерный одношпиндельный шипорезной кадеткой фреза ФСШ-I, ФСШ-II	пыль	2,600	1350	
Станок фрезерный карусельный ФТК- 2	пыль	2,600	1000	
Станок фрезерный шлифовальный карусельный	пыль	6,240	2000*	* общее от станка

специализированный ФТК-2А				
Станок сверлильный пазовальный СВПГ-2, СВПГ-2В	пыль	3,250	950	
СГВП-3	пыль	3,250	513	
Для заделки сучков СВ СА-2, СВ СА-3	пыль	0,975	500	
Станок четырехсторонний строгальный С16-1А	пыль	18,850	3648*	* общее от станка
С10-3	пыль	13,000	4572	
С26-2М	пыль	37,700	4104	
Станок фуговальный односторонний СФ4-1, СФА4-1	пыль	26,000	1500	
Станок фуговальный с ручной подачей СФ-6, СФ6-1, СФК6-1, СГФ3-3	пыль	19,500	1320, 1600, 1600, 1764	для каждого станка
Станок фуговальный с ручной подачей СФМ-1	пыль	16,250	1764	
Станок четырехсторонний строгальный С16-4А	пыль	18,850	5690*	* общее от станка
Станок четырехсторонний строгальный С16-2А	пыль	18,850	4560*	* общее от станка
Многошпиндельный шипорезный полуавтомат ШЛХ-2	пыль	4,160	756	
Станок шипорезный для ящичного типа ШЛХ-3	пыль	4,160	595	
Станок шипорезный для ящичного прямого типа ШПА-40, ШПК-40	пыль	4,550	1907, 1270	
Станок	пыль	13,000	2016*	* общее от станка

шипорезный рамный односторонний Ш010-4 Ш016-4				
	пыль	17,550	-//-	-//-
Станок с автоматической подачей Ш010-А	пыль	13,000	3332*	-//-
Станок с конвейерной подачей Ш015-А-1	пыль	17,550	3332*	-//-
Станок односторонний шипорезный Ш0-6	пыль	13,000	5735*	-//-
Станок двухсторонний шипорезный ШД- 12	пыль	18,200	11668	
ШД-10	пыль	18,200	6042	
ШД-15	пыль	35,230	6042	
Шипорезный рамный двухсторонний ШД10-8	пыль	18,200	7200	
Станок двухсторонний шипорезный ящичный Ш2ПА-2	пыль	9,100	4562	
Станок круглопалочный КПА-20, КПА-20- 1, КПА-5Ф, КПА- 50-1	пыль	58,5	586, 801, 798, 848	для каждого станка
Станок шлифовальный широколенточный ШЛК6, ШЛК8	пыль	45,500	5087	
Станок цепнодолбежный с автоподачей ДЦА- 4	пыль	4,225	500	
Станок шлифовальный с дисками и бабиной ШЛДБ-5	пыль	4,992	4524	
ШЛДБ-4	пыль	4,160	2200	

Таблица 2 - Содержание (K_n , %) пыли в отходах при различных технологических процессах обработки древесины [2]

Процесс	K_n	Процесс	K_n
Пиление	36,0	Получение технологической щепы	10,0
Фрезерование	12,5	Получение сырой технологической щепы	1,0

Сверление	18,0	Получение сухой стружки	25,0
Строгание	12,5		
Шлифование	90,0		

Таблица 3 -Ориентировочная эффективность аппаратов газоочистки

Наименование пылеулавливающего оборудования	Эффективность улавливания (в долях единицы)	Способ очистки	Примечание
Циклон ЛТА	0,85-0,90	сухой	
Циклон с обратным конусом	0,70	сухой	
Циклон НИИОГАЗ ЦН-11	0,95	сухой	Рекомендованы для очистки от грубых фракций пыли.
Циклон НИИОГАЗ ЦН-15	0,7-0.9	сухой	
Циклон СИОТ	0,70	сухой	Для очистки от сухой неслипающейся волокнистой пыли
Циклон УЦ	0,8-0,9	сухой	Предназначен для неслипающихся пылей, а также смесей пылей с опилками и стружками при начальном пылесодержании выше 1000 мг/м ³
Пылеуловитель УДС-ЛИОТ	0,85-0,9	мокрый	
Фильтр воздуха мокрый ФВМ	0,95	мокрый	
Циклон с водяной пленкой ЛИОТ ЦВП	0,90-0,95	мокрый	
Циклон ЛИОТ-2	0,9	сухой	Для улавливания металлической и шлифовальной пыли.
Пылеосадительные камеры	0,40-0,50	сухой	Для предотвращения уноса частиц из камер, скорость газового потока не должна превышать 2-3 м/с
Циклон УЦ-38	0.7- 0,9	сухой	Для улавливания мелкодисперсной пыли (при шлифовании плит ДСП на калибровочно-шлифовальных станках, шлифовальных д/о станках).
Индивидуальные агрегаты типа ЗИЛ-900, АЭ-212	0,9	сухой	
Фильтры рукавные ФРО, ФРОС	0,9	сухой	
Фильтр ФРКН	0,999	сухой	Для улавливания мелкодисперсных неагрессивных и взрывоопасных пылей с медианным размером частиц 3-5 мкм.

Пылеуловитель мокрого типа модели 2400	0,99	мокрый	Для очистки от мелкодисперсной пыли, максимальная производительность по воздуху 30 м³/ч.
Гидрофилтры форсуночные	0,87-0,94	мокрый	Эффективность по очистке от газообразных 0,05-0,35
Гидрофилтры каскадные	0,86-0,92	мокрый	Эффективность по очистке от газообразных 0,20-0,40

3. Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы студентам необходимо иметь при себе часы (секундомер), полевые журналы обследования автомагистралей и перекрестка, ручку, калькулятор для выполнения расчетов.

4. Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдение требований инструкции при работе в лаборатории.

5. Методика и порядок выполнения работы

1. На основании сведений о технологических процессах при деревообработке, выданных преподавателем, определить последовательность технологических операций и значения параметров технологических процессов;

2. Заполнить таблицу 11

Таблица – Данные о технологических процессах деревообработки

K_o	T	q_i	k_z

3. Рассчитать выбросы при выполнении технологических операций деревообработки.

4. Сделать выводы

6. Содержание отчета и его форма

1. Тема работы;

2. Цель и содержание

3. Расчетные формулы, заполненные таблицы, выполненные задания
4. Вывод

7. Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Организация наблюдений за загрязнением атмосферы.
2. Состав атмосферного воздуха.
3. Показатели качества атмосферного воздуха.
4. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (взвешенные вещества)
5. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (соединения азота)
6. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (соединения серы)
7. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (взвешенные вещества)
8. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (диоксид углерода)
9. Метеорологический и климатический потенциал загрязнения атмосферы.
10. Влияние инверсии на загрязнение воздушной среды.
11. Влияние туманов на загрязнение атмосферы.
12. Влияние ветра на загрязнение атмосферы.
13. Обобщенный показатель загрязнения воздуха по городу.
14. Прогноз загрязнения воздуха по городу.
15. Перечень веществ, подлежащих контролю.
16. Отбор и методы отбора проб воздуха
17. Снежный покров, как индикатор загрязнения воздуха.
18. Биологические наблюдения в мониторинге атмосферного воздуха.

Лабораторная работа 6

Оценка качества гидросферы

1. Цель работы: Провести анализ источников загрязнения гидросферы, рассчитать нормируемые параметры, сделать вывод о характере воздействия.

2. Теоретическое обоснование

По народнохозяйственной значимости и характеру водопользования различают водоемы санитарно-бытового и рыбохозяйственного водопользования. В таблице 1 приведены ПДК вредных веществ в воде.

Таблица 1 - Предельно допустимые концентрации вредных веществ в воде

Ингредиенты	ПДК, мг/л		Канализация	ЛПВ
	Водоемы санитарно-бытового водопользования	Водоемы рыбохозяйственного водопользования		
БПК _{полн}	6	3	500.0	общесанитарный
Растворенный кислород	не менее 4	не менее 6	500.0	общесанитарный
Взвешенные вещества	+ 0,75 к фону	+0,25 к фону		-
Азот аммонийный	2,0	0,4		токсичный
Нефтепродукты	0,3	0,05	4,4	рыбохозяйственный
Хлориды	350,0	300,0		санитарно-токсикологический.
Сульфаты	500,0	100,0		токсичный
Алюминий	0,5	0,04		токсичный
СПАВ	0,5	0,1		санитарно-токсикологический
Фенолы	0,001	0,001	0,05	токсичный
Железо	0,5	0,1	5,2	токсичный
Цинк	1,0	0,01	6,0	токсичный
Ртуть	0,005	0,00001	0,005	токсичный

Вредные и ядовитые вещества разнообразны по своему составу, в связи с чем их нормируют по **принципу лимитирующего показателя вредности**

(ЛПВ), под которым понимают наиболее вероятное неблагоприятное воздействие данного вещества.

Для водоемов первого типа используют три ЛПВ:

санитарно-токсикологический, общесанитарный и органолептический;

для водоемов второго типа - пять ЛПВ - дополнительно токсикологический и рыбохозяйственный.

Показателем безопасной величины сбрасываемых стоков является предельно допустимый сброс.

Предельно допустимый сброс (ПДС) - максимальное количество вещества в сточных водах, допустимое для сброса в единицу времени, при этом в контрольном створе реки концентрации загрязняющих веществ не превышают ПДК. ПДС измеряется в г/ч, кг/ч.

$$\text{ПДС} = q \cdot C_{\text{ПДС}}, \text{ г/ч},$$

где q - максимальный расход сточных вод, $\text{м}^3/\text{ч}$;

$C_{\text{ПДС}}$ - допустимая концентрация загрязняющих веществ в спуске, $\text{г}/\text{м}^3$,

$$C_{\text{ПДС}} = n \cdot (C_{\text{ПДК}} - C_{\text{ф}}) + C_{\text{ф}},$$

где $C_{\text{ф}}$ - фоновая концентрация загрязняющих веществ в водотоке, $\text{г}/\text{м}^3$,

n - кратность разбавления.

Фоновая концентрация вещества в воде, рассчитываемая применительно к данному источнику примесей в фоновом створе водного объекта при расчетных гидрологических условиях, учитывает влияние всех источников примесей, за исключением данного источника («Правила охраны поверхностных вод»).

Нормативы воздействия на водный объект разрабатываются в проектах ПДС и согласовываются с федеральными или региональными органами Ростехнадзора.

Определение ПДС сточных вод проводится согласно Методике расчета предельно допустимых сбросов (ПДС) веществ в водные объекты со сточными водами.

Для расчета ПДС сточных вод необходимо определить кратность разбавления (n) по методу В. А. Фролова - И. Д. Родзиллера:

$$n = \frac{q - \gamma \cdot Q}{Q},$$

где Q - расход воды в створе реки у места выпуска, м³/с;

q - расход сточных вод, м³/с;

γ - коэффициент смешения, показывающий какая часть речного расхода смешивается со сточными водами в максимально загрязненной струе расчетного створа:

$$\gamma = \frac{1 - e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}}{1 + \frac{Q}{q} \cdot e^{-\alpha \sqrt[3]{L}}},$$

где L - расстояние от выпуска до расчетного створа по фарватеру, м;

e - основание натурального логарифма, $e=2,7$

α - коэффициент, учитывающий гидравлические условия реки:

$$\alpha = \varphi \cdot \xi \cdot \sqrt[3]{\frac{D}{q^2}},$$

где φ - коэффициент извилистости русла (отношение расстояния до контрольного створа по фарватеру (L_{φ}) к расстоянию по прямой (L), при прямом русле $\varphi = 1$)

ξ - коэффициент, зависящий от места выпуска сточных вод (при выпуске у берега $\xi = 1$, при русловом выпуске $\xi = 1,5$);

D - коэффициент турбулентной диффузии, для равнинных рек определяется по формуле:

$$D = \frac{V_{cp} \cdot H_{cp}}{200},$$

где V_{cp} - средняя скорость течения реки на всем участке смешения, м/сек; H_{cp} - средняя глубина реки на расчетном участке, м

Величина ПДС определяется для всех категорий водопользования как произведение максимального часового расхода сточных вод - q (м³/ч) на допустимую концентрацию загрязняющего вещества $C_{ПДС}$ (г/м³):

$$ПДС = q \cdot C_{ПДС}, \text{ кг/ч}$$

При расчете сброса сточных вод определяется значение *СПДС*, обеспечивающее нормативное качество воды в контрольных створах для консервативных и неконсервативных веществ.

Вещества называются консервативными, когда концентрация загрязняющих веществ изменяется только при их разбавлении.

Для неконсервативных веществ концентрация изменяется вследствие протекания химических, физико-химических и биохимических процессов, которые называются процессами самоочищения.

1. Определение СПДС для консервативных загрязняющих веществ:

$$C_{ПДС} = n \cdot (C_{ПДК} - C_{\phi}) + C_{\phi},$$

где $C_{ПДК}$ - предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества в воде водотока, мг/л или г/м³ (табл. 2);

C_{ϕ} - фоновая концентрация загрязняющего вещества в водотоке выше выпуска сточных вод, г/м³;

Отдельно рассматриваются взвешенные вещества, так как в действующей системе экологического нормирования ПДК для взвешенных веществ не установлена. Согласно «Правилам охраны поверхностных вод от загрязнения» содержание в водоеме взвешенных веществ ниже сброса сточных вод не должно увеличиваться по сравнению с фоновыми показателями более, чем на 0,25 мг/л.

При условии, что $C_{см} = ПДК$, а содержание взвешенных веществ не должно увеличиваться более чем на 0,25мг/л по сравнению C_{ϕ} (т.е. $ДС = 0,25 \text{ мг/л}$), формула *СПДС* для взвешенных веществ имеет вид:

$$C_{ПДС}^{взв.в} = n \cdot (C_{см} - C_{\phi}) + C_{\phi} = n \cdot \Delta C + C_{\phi} = 0,25 \cdot n + C_{\phi},$$

2. Определение СПДС для неконсервативных загрязняющих веществ

$$C_{ПДС} = n \cdot (C_{ПДК} \cdot e^{kt} - C_{\phi}) + C_{\phi},$$

где k - коэффициент неконсервативности, 1/сут;

Значение коэффициента неконсервативности принимается по данным натурных наблюдений или по справочным данным и пересчитывается исходя из температуры и скорости течения воды реки; для данного случая $k=0,006$;

t - времядобегания от места выпуска сточных вод до расчетного створа, сут.

$$t = \frac{L}{V_{CP}} \cdot \frac{1}{86400} ,$$

где $1/86400$ – коэффициент перевода времени t в сутки.

Биологическая потребность в кислороде (БПК) - количество кислорода, необходимое для полного биологического окисления загрязнений содержащихся в сточных водах.

Показатель загрязнения воды, характеризуемый количеством кислорода, которое за установленное время (обычно 5 суток- БПК₅ или 20 суток -БПК_{полн}) пошло на окисление загрязнителей при температуре 20°C, содержащихся в единице объема воды (мг/л или г/м³.)

Определение $C_{ПДС}$ по БПК.

$$C_{ПДС} = n[(C_{ПДК} - C_{н.в.}) \cdot e^{k_0 \cdot t} - C_{\phi}] + C_{\phi} ,$$

где k_0 - осредненное значение коэффициента неконсервативности органических веществ, обуславливающих БПК_{полн} фона и сточных вод, 1/сут;
 $k_0 = 0,065$ 1/сут;

$C_{н.в.}$ - концентрация, обусловленная органическими веществами, смываемыми в водоток атмосферными осадками с площади водосбора на последнем участке пути перед контрольным створом длиной 0,5 суточного пробега.

Значение $C_{н.в.}$ принимается равным: для горных рек - 0,6 - 0,8 г/м³; для равнинных рек- 1,7 -2 г/м³; для рек болотного питания - 2,3 - 2,5 г/м³. Если расстояние от выпуска сточных вод до контрольного створа меньше 0,5 суточного пробега, то $C_{п.в}$ принимается равной нулю.

Необходимая степень очистки для очистных сооружений определяется по формуле:

$$\Xi = \frac{C_{\text{пост}} - C_{\text{ПДС}}}{C_{\text{пост}}} \cdot 100\% ,$$

где $C_{\text{пост}}$ - концентрация вещества поступающего на очистные сооружения, г/м³.

8. Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы студентам необходимо иметь при себе форму отчета к заполнению, ручку, калькулятор для выполнения расчетов.

9. Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдение требований инструкции при работе в лаборатории.

10. Методика и порядок выполнения работы

Определить ПДС сточных вод из очистных сооружений города в реку, которая используется в качестве источника централизованного водоснабжения для другого населенного пункта, расположенного вниз по течению реки. Определить необходимую степень очистки по взвешенным веществам и БПК_{полн}.

Исходные данные :

Среднемесячный расход при 95% обеспеченности составляет Q м³/с;

Средняя скорость течения реки на участке от выпуска до расчетного створа, $V_{\text{ср}}$ м/с;

Средняя глубина реки $H_{\text{ср}}$, м.

Выпуск сточных вод производится с равным расходом q , м³/с.

Выпуск

Расстояние от места выпуска до расчетного створа по фарватеру L ,
3,5 км.

Участок прямой, извилистость выражена слабо.

Количество загрязнений в воде водоема по БПК_{полн}, $C_{ф}$, мг/л

Количество взвешенных веществ в воде водоема, $C^{взв.в} _{ф}$, мг/л

Фоновые концентрации загрязняющих веществ в воде водоема, мг/л

Концентрация взвешенных веществ в сточных водах, поступающих на
очистку, $C_{пост}$, мг/л
Концентрация загрязнений в сточных водах, поступающих
на очистку по БПК_{полн}, $C_{пост}$, мг/л

Сделать вывод о характере воздействия на гидросферу

6. Содержание отчета и его форма

1. Тема работы;
2. Цель и содержание
3. Расчетные формулы, заполненные таблицы, выполненные задания
4. Вывод

7. Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Распределение воды на земном шаре.
2. Организация контроля за качеством питьевой воды.
3. Оценка и выбор места забора воды для питьевого водопользования.
4. Основные задачи выполняемые в рамках ОГСН за качеством
поверхностных вод.
5. Требования к охране водных объектов.
6. Организация сети пунктов контроля за качеством поверхностных
вод.
7. Расположение створов с различным водообменом.
8. Установление категории пункта контроля за качеством
поверхностных вод.

9. Полная и сокращенная программа контроля по гидрологическим и гидрохимическим показателям.

10. Общие и суммарные показатели качества вод.

Исходные данные для решения задачи

Перечень данных	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
Расход воды в реке Q , м ³ /с	30	32	04	36	38	40	42	44	46	48	30	35	40	42	34
Расход сточных вод a , м ³ /с	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,7	0,7	0,8	0,8	0,5	0,7	0,7	0,8	0,6
Средняя скорость течения реки V_{cp} , м/с	0,5	0,5	0,54	0,5	0,5	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,5	0,6	0,7	0,4	0,5
Средняя глубина реки H_{cp} , м	1,2	1,2	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4
Расстояние от выпуска до расчетного створа	1,0	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	2,2	2,4	2,6	2,8	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0
Вид выпуска	береговой							русловой							
Количество загрязнений в воде водоема по	1,2	1,4	1,6	1,8	2,0	1,2	1,4	2,6	1,8	2,0	2,0	1,2	1,4	2,6	1,8
Количество взвешенных веществ в воде	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	0,8	1,0	1,2	1,4	1,6	1,0	1,2	1,4	1,6	0,8
Фоновые концентрации загрязняющих веществ в воде водоема, мг/л															
хлориды Cl	300	150	200	300	150	20	300	150	200	300	300	150	200	300	150
сульфаты SO_4	500	200	300	500	200	30	500	200	300	500	500	200	300	500	200
нефтепродукты	0,0	0,0	0,01	0,0	0,0	0,0	0,0	0,01	0,08	0,0	0,0	0,04	0,02	0,0	0,0
Концентрация взвешенных веществ в	200	250	240	300	200	25	240	300	250	300	250	240	300	250	300
Концентрация загрязнений в сточных	250	300	280	350	250	30	300	320	300	320	280	350	250	300	300

Значение ПДК для загрязняющих веществ приведены в табл.1

11. Определение неорганических загрязнителей в природных водах.
12. Определение органических загрязнителей в природных водах.
13. Приборы для отбора проб воды. Подготовка воды для анализа.
14. Характеристика степени загрязненности водоемов.
15. Основные критерии оценки опасности загрязнения почвы.

Лабораторная работа 7

Оценка последствий производственной деятельности на литосферу

1. Цель работы: Провести анализ источников загрязнения литосферы, рассчитать нормируемые параметры, сделать вывод о характере воздействия.

2. Теоретическое обоснование

При проектировании новых технологических линий, цехов, заводов необходимо оценивать характер и количество твердых производственных отходов, часть из которых может быть использована вторично, а часть захоронена в отвалах. Подобные расчеты необходимо проводить также при выборе того или иного варианта.

К твердым отходам производства относятся: металлоотходы, стекло, строительный мусор, радиоактивные твердые отходы, древесина, бумага, картон, резина, пластмассы, зола, шлаки, горелая земля металлургических и литейных производств, котельных, ТЭЦ и др.

Массу отходов $G_{отх}$ основных материалов, употребляемых при изготовлении машин и приборов, определяют из выражения

$$G_{отх} = G_z * (1/K_{исп}-1), \text{ кг} \quad (1)$$

где G_z - масса нетто единицы продукции, например отливки, поковки или готовой детали, кг; $K_{исп}$ - коэффициент использования. Коэффициент использования определяется по формуле

$$K_{исп} = G_l / G_i \quad 134 \quad (2)$$

G_i -исходная масса материала(заготовки). Для расчетов можно пользоваться приведенными в табл 1 средними значениями коэффициентов использования материалов для заготовительных операций

Таблица 1 - Средние значения коэффициентов использования материалов

Способ получения заготовок	$K_{исп}$
Резка заготовок из сортового материала	0,95...0,97
Холодная штамповка: мелких деталей	0,77...0,84
средних деталей	0,84...0,87
Резка заготовок из уголка для каркасов приборов	0,91..0,95
Резка заготовок из листового материала для обшивки каркасов приборов	0,87...0,91
Горячая штамповка: мелких заготовок	0,69...0,74
средних заготовок	0,74...0,8
Свободная ковка заготовок	0,43...0,84
Чугунное литье: мелкое	0,77...0,84
среднее	0,84...0,87
крупное	0,91...0,95
Стальное литье: мелкое	0,5...0,59
среднее	0,55...0,63
крупное	0,59...0,63
Точное литье по выплавляемым деталям	0,91...0,95
Литье под давлением	0,87...0,95
Литье в оболочковые формы	0,84...0,91
Резка пластмассы: лист, прутки и др.	0,59...0,67
Формирование порошков пластмасс, металлов	0,91...0,98
Резка пиломатериалов (деревянные бруски, доски, рейки)	0,65...0,73

Учитывая большую разницу в значениях коэффициента использования материала для операции свободнойковки $K_{исп} = 0,43 \dots 0,84$ расчет массы отходов проводят с учетом особенностей техпроцесса получения каждой заготовки. Массу отходов материала для операции свободнойковки заготовок из слитков необходимо определять по формуле

$$G_{\text{OTX}} = G_{\text{ПОК}} * \frac{K_{\text{OTX}}^{\text{пр}} + K_{\text{OTX}}^{\text{дм}} + K_{\text{OTX}}^{\text{уг}} + K_{\text{OTX}}^{\text{об}}}{1 - K_{\text{OTX}}^{\text{пр}} - K_{\text{OTX}}^{\text{уд}}}, \quad (3)$$

где $K_{\text{отх}}^{\text{дм}}$ - коэффициент отходов с данной части слитка (табл 14.2), $G_{\text{пок}}$ - масса поковки, кг; $K_{\text{сгх}}^{\text{пр}}$ - коэффициент отходов, характеризующий долю удаляемого металла с прибыльной части слитка (см. табл. 2); $K_{\text{отх}}^{\text{уг}}$ - коэффициент отходов

на угар принимаемый равным 0,02 на каждый нагрев и 0,015 на каждый подогрев; $K_{\text{отх}}^{\text{отх}}$ -коэффициентов отходов на обсечки.

Таблица 2 – Значения коэффициента отходов, характеризующего долю удаляемого металла с прибыльной части слитка

Наименование материала	$K_{\text{отх}}^{\text{пр}}$	$K_{\text{отх}}^{\text{пр}}$	$K_{\text{отх}}^{\text{эн}}$
	Слиток, отливаемый с утепляющей надставкой	Слиток, отливаемый без утепляющей	
Углеродистая сталь	0,15...0,25	0,35...0,4	0,04...0,07
Легированная сталь	0,25...0,35	0,45...0,5	0,07...0,1

Сумма коэффициентов отходов на угар и обсечки $K_{\text{отх}}^{\text{уг}} + K_{\text{отх}}^{\text{об}}$ для различных типов поковок, изготавливаемых на молотах из штучных мерных заготовок, представлена в табл. 3.

Таблица 3 – Справочная таблица

Группа поковок	$K_{\text{отх}}^{\text{уг}} + K_{\text{отх}}^{\text{об}}$
1	2
Глухие фланцы- круглые, квадратные, пластины, фланцы с отверстием, хомуты, подвесы, гайки, шестерни глухие	0,015...0,025 0,02 0,08...0,1
Гаскатные кольца, втулки обечайки	0,025
Сварные втулки, кольца обечайки	0,03...0,05
Гладкие валы, бруски квадратные, шестигранные	0,05...0,07
Валы и валики с уступами, болты, башмаки	0,07...0,1
Валы и валики с двухсторонними уступами, тяги, серьги, скобы	1,0...0,12
Гаечные ключи, шатуны, рычаги	0,15...0,18
Кривошипы	0,18...0,25
Коленвалы, кривые и двухступенчатые рычаги	0,25...0,3

Количество твердых отходов при механической отработке заготовок определяется согласно выражению (1). В таблице 4 приведены коэффициенты использования материалов при механической обработке заготовок, полученных различными способами.

Расчёт суммарного количества производственных твердых отходов проводят по формуле

где $\sum G_{i \text{ отх}}^{\text{заг}}$ - общая масса отходов i-го материала, при заготовительных операциях, кг; $\sum G_{i \text{ отх}}^{\text{мех}}$ - общая масса отходов i-го материала примеханической обработки деталей, кг; m – количество машин (приборов), выпускаемых за год; n- количество материалов, используемых в изделии.

Способ получения заготовки	$K_{\text{исп}}$
1	2
Отливки: серого чугуна	0,85...0,98
ковкого чугуна	0,82...0,91
цветных металлов	0,7...0,8
стали	0,75...0,8
точного литья	0,95...0,99
Формовочная пластмасса	0,96...0,99
Поковки	0,6...0,7
Штамповки	0,8...0,9
Сортовой материал: стальной прокат	0,6...0,7
латунь, бронза	0,65
Стальные прутки для деталей,	
обрабатываемых на автоматах: мелких	0,48...0,5
средних	0,56...0,67
Заготовки из стальных труб для деталей:	
мелких	0,53...0,59
средних	0,67...0,72

Количество твердых отходов промышленности составляет сотни тысяч тонн в сутки, поэтому основное направление экологической защиты –

использование отходов в качестве вторичного сырья. По окончании расчета необходимо сделать вывод о том, какие отходы и в каком количестве могут быть подвергнуты вторичной переработке.

3.Аппаратура и материалы

При выполнении лабораторной работы студентам необходимо иметь при себе форму отчета к заполнению, ручку, калькулятор для выполнения расчетов.

4. Указания по технике безопасности

При выполнении работы необходимо соблюдение требований инструкции при работе в лаборатории.

5. Методика и порядок выполнения работы

Определить характер и количество твердых отходов при производстве поршневых компрессоров с массой брутто единицы продукции 2650 кг, годовой выпуск 1500 шт. От общего веса машины чугунное литье средних размеров составляет 58%, мелкое стальное литье - 4%, пластмассовые и резиновые детали -0,75%, холодная штамповка мелких заготовок- 1,2%, алюминиевое точное литье – 1,75%, бронзовые и медные детали из сортового материала – 0,5%, стальные детали из сортового материала – 1,8%, детали свободнойковки – 5%, комплектующие изделия – 18,5%, деревянная тара- 8,5%. Дать рекомендацию по утилизации отходов.

6. Содержание отчета и его форма

1. Тема работы;
2. Цель и содержание
3. Расчетные формулы, заполненные таблицы, выполненные задания
4. Вывод

7. Вопросы для защиты лабораторной работы

1. Какие виды воздействия оказывает антропогенная деятельность на поверхность Земли и почву?
2. К каким негативным последствиям приводит воздействие на поверхность Земли и почву?
3. Какие виды опасности для человечества представляют воздействия на почву?
4. Какую роль играют земельные ресурсы в жизнедеятельности человека?
5. Что понимают под деградацией почв, и какова степень опасности этого процесса?
6. Что понимают под эрозией почв?
7. Каким образом вредные вещества из почвы могут попасть в организм человека и отразиться на его здоровье?
8. Какие загрязнители почвы считаются особо опасными?
9. Как нормируется содержание химических веществ в почве?
10. Как оценивается степень экологического неблагополучия по состоянию почв населенных пунктов?

Лабораторная работа 8

Исследование эффективности средств защиты от шума на производстве и в селитебных зонах

8. Исследование эффективности средств защиты от шума на производстве и в селитебных зонах

1. Цель и содержание

Получить навыки измерения шума и оценки эффективности средств защиты от него, применяемые на производстве и на селитебных территориях.

2. Теоретическое обоснование

В ГОСТ 12.1.029-80 «Средства и методы защиты от шума. Классификация» приведена классификация средств и способов защиты персонала от негативного воздействия шума. По способу реализации эти средства и методы можно объединить в три группы: акустические; архитектурно-планировочные; организационно-технические.

Выбор способов защиты от шума основывается на следующем: если при прохождении звука на его пути нет никаких преград, то прямой звук распространяется по прямой линии, соединяющей источник и приемник. Однако, если между источником

и приемником находится преграда, некоторая часть звука проникает сквозь преграду, часть отражается, а часть преломляется над и вокруг преграды (рисунок 8.1). То есть средства защиты должны либо преломить звук, либо поглотить его, что реализуется с помощью средств звукоизоляции и звукопоглощения.

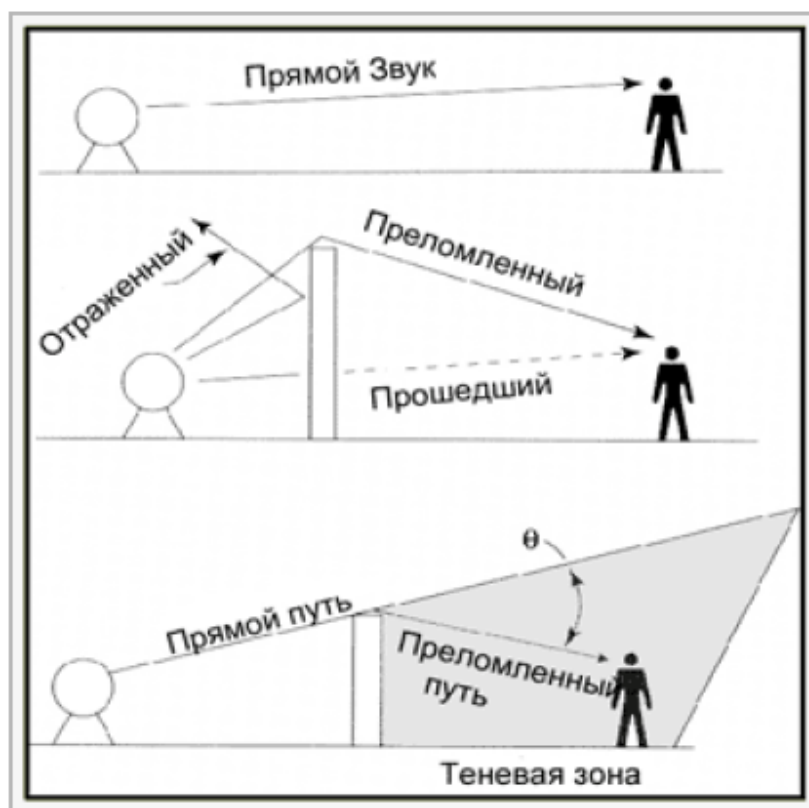


Рис. 8.1. Особенности распространения звука

Звукоизоляция – снижение уровня звукового давления при прохождении волны сквозь преграду, стены, полы дома, квартиры. Характеристика звукоизоляции однослойной перегородки – величина, показывающая, на сколько децибел снижаются октавные уровни звукового давления с помощью звукоизолирующего устройства, изготовленного из данного материала. Она может быть определена опытным путем или рассчитана по формуле:

$$\Delta L = G - H \cdot \lg \psi, \quad (8.1)$$

где G и H – коэффициенты, определяемые по таблице 8.1; ψ – коэффициент частоты, определяемый по формуле:

$$\psi = \frac{f_{\text{ед}}}{f_{\text{нл}}}, \quad (8.2)$$

где f_{ce} – среднегеометрическая частота октавной полосы, Гц; $f_{кр}$ – резонансная частота поперечных колебаний перегородки (критическая частота), Гц:

$$f_{ed} = \frac{6.4 \cdot 10^4}{d \cdot C_{np}}, \quad (8.3)$$

где d – толщина перегородки, м; C_{np} – скорость распространения продольных звуковых волн в материале перегородки, м/с (таблица 8.1).

К звукоизоляционным материалам относят, прежде всего, волокнистые плиты и маты на синтетическом связующем из минерального или стеклянного волокна, а также пористые, мягкие резины, современные эластичные пластмассы из вспененного полиэтилена, каучука и полипропилена.

Таблица 8.1

Коэффициенты частоты и скорость распространения продольных звуковых волн в некоторых материалах

Материал	C_{np} 10^3 , м/с	Коэффициент частоты											
		$\psi \geq 4$		$4 > \psi \geq 2$		$2 > \psi \geq 1.6$		$1.6 > \psi \geq 1$		$1 > \psi \geq 0.5$		$\psi < 0.5$	
		Коэффициент звукоизоляции											
		G	H	G	H	G	H	G	H	G	H	G	H
Сталь	5.2	43	13.3	39	6.7	30	23.3	30	23.3	30	30	31	26.7
Алюминие- во-магни- евые сплавы	5.1	36	13.3	34	10.0	22	30	22	30	22	26.7	22	26.7
Органиче- ское стекло	1.9	41	13.3	39	10.0	36	0	36	0	36	26.7	20	26.7
Фанера	2.1	34	13.3	30	6.7	25	10	25	10.0	25	16.7	22	26.7
Стеклопла- стик	3.5	36	13.3	34	10.0	28	10.0	28	10.0	28	16.7	25	26.7
Силикатное стекло	4.0	40	16.6	40	16.6	29	19.9	29	19.9	29	26.6	31	19.9

Звукоизоляция достигается и применением строительных конструкций, обеспечивающих требуемый уровень снижения шума. Расчет звукоизоляции ограждающих конструкций проводится на основании СП 23-103-2003.

Одним из наиболее распространенных способов защиты персонала, эксплуатирующего шумное оборудование, является применение звукоизолирующих кожухов. Для повышения эффективности их внутренние поверхности облицовываются звукопоглощающим материалом. *Звукопоглощение* – снижение энергии отраженной звуковой волны при взаимодействии с преградой,

например, со стеной, перегородкой, полом, потолком дома, квартиры. Звукопоглощение осуществляется путем рассеивания энергии, ее перехода в тепло, возбуждения вибрации конструкций стен, пола или перегородок квартиры. Звукопоглощение оценивают при расчетах по среднему показателю в диапазоне частот 250–4000 Гц, обозначают с помощью безразмерного коэффициента звукопоглощения. Этот коэффициент звукопоглощения может принимать при расчетах значение от 0 до 1 (чем ближе коэффициент к 1, тем соответственно выше звукопоглощение). В таблице 8.2 приведены коэффициенты звукопоглощения различных материалов

Таблица 8.2

Коэффициенты звукопоглощения различных веществ
и материалов

Материал	Полосы частот, Гц					
	125	250	500	1000	2000	4000
Цемент	0.02	0.02	0.02	0.03	0.04	0.04
Кирпич	0.05	0.04	0.02	0.04	0.05	0.05
Стекло	0.3	0.2	0.1	0.07	0.05	0.02
Пластик	0.03	0.04	0.05	0.05	0.08	0.05
Ковер	0.05	0.1	0.3	0.5	0.05	0.7
Стекловата	0.2	0.45	0.7	0.8	0.8	0.8
Пенополиуретан	0.15	0.4	0.95	1.0	1.0	1.0

Иногда для определения звукопоглощения используют не все значения α , а усредненный коэффициент $\alpha_{обл}$ определяемый по формуле:

$$\alpha_{i\ddot{a}\ddot{e}} = \frac{\alpha(250\ddot{A}\ddot{o}) + \alpha(500\ddot{A}\ddot{o}) + \alpha(1000\ddot{A}\ddot{o}) + \alpha(2000\ddot{A}\ddot{o})}{4} \quad (8.4)$$

Эффективность звукоизолирующего кожуха определяется по формуле:

$$\Delta L_K = R_K + 10 \cdot l g \cdot \alpha_{i\ddot{a}\ddot{e}}, \quad (8.5)$$

где R_K – звукоизоляция кожуха, дБ, определяемая по формуле:

$$R_K = \overline{L}_1 - \overline{L}_2, \quad (8.6)$$

где $\overline{L}_1$ – среднее значение УЗД в октавных полосах частот при работе оборудования без кожуха, дБ; $\overline{L}_2$ – среднее значение УЗД в октавных полосах частот при работе оборудования с кожухом, дБ.

Среднее значение УЗД $\overline{L}_{1,2}$ вычисляется по формуле:

$$\overline{L} = 10 \cdot \lg \sum_{i=1}^n 10^{0.1 L_i} - 10 \cdot \lg \cdot n, \quad (8.7)$$

где i – уровень звукового давления; L_i – i -ый из усредняемых уровней звукового давления, дБ, определяемый в следующей последовательности:

- а) определяется разность двух складываемых уровней;
- б) по установленной разнице по таблице 8.3 определяют добавку к более высокому уровню;
- в) производят сложение полученной добавки и большего из складываемых уровней;
- г) аналогично производят с полученной суммой двух уровней и третьим уровнем и т. д.

Таблица 8.3

Добавка к более высокому уровню звукового давления

Разность двух складываемых УЗД	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	15	20
Добавка к более высокому УЗД	3	2.5	2	1.8	1.5	1.2	1	0.8	0.6	0.5	0.4	0.2	0

В соответствии со СНиП 23-03-2003 защита от шума строительными-акустическими методами должна обеспечиваться:

- а) на рабочих местах предприятий:
 - применение ограждающих конструкций зданий с требуемым уровнем звукоизоляции;
 - применение звукопоглощающих конструкций (звукопоглощающих облицовок, кулис, штучных поглотителей) (рисунок 8.2);

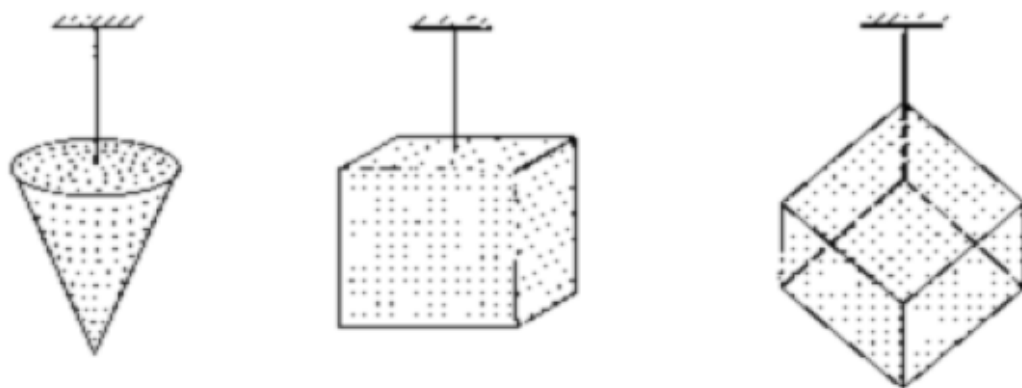


Рис. 8.2. Штучные звукопоглотители

- применение звукоизолирующих кабин наблюдения и дистанционного управления (рисунок 8.3);

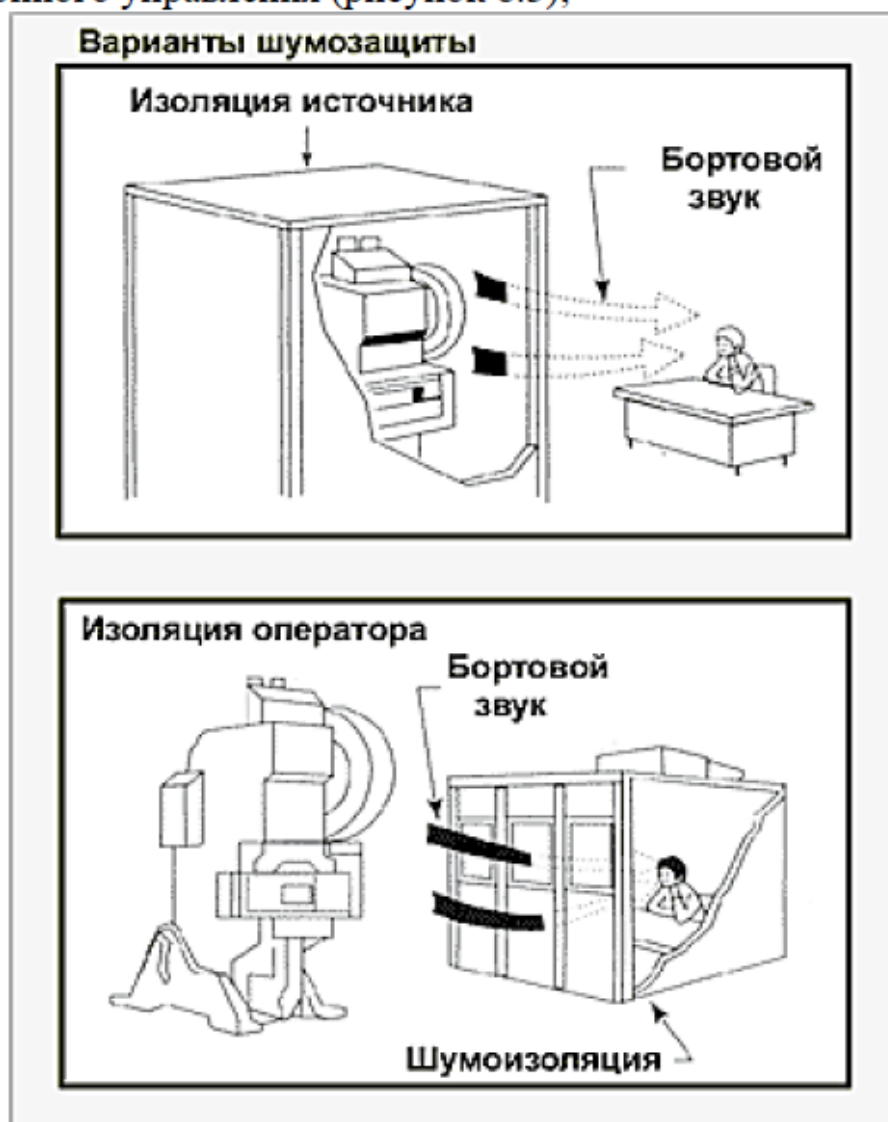


Рис. 8.3. Варианты шумозащиты на рабочем месте оператора

- применением звукоизолирующих кожухов на шумных агрегатах;
- применение акустических экранов (рисунок 8.4);
- применение глушителей шума в системах вентиляции, кондиционирования воздуха;
- виброизоляция технологического оборудования;
- б) в помещениях жилых и общественных зданий:
- рациональным архитектурно-планировочным решением здания;
- применением ограждающих конструкций, обеспечивающих нормативную звукоизоляцию;
- применением звукопоглощающих облицовок;

- применением глушителей шума в системах принудительной вентиляции и кондиционирования воздуха;
- виброизоляцией инженерного и санитарно-технического оборудования зданий;

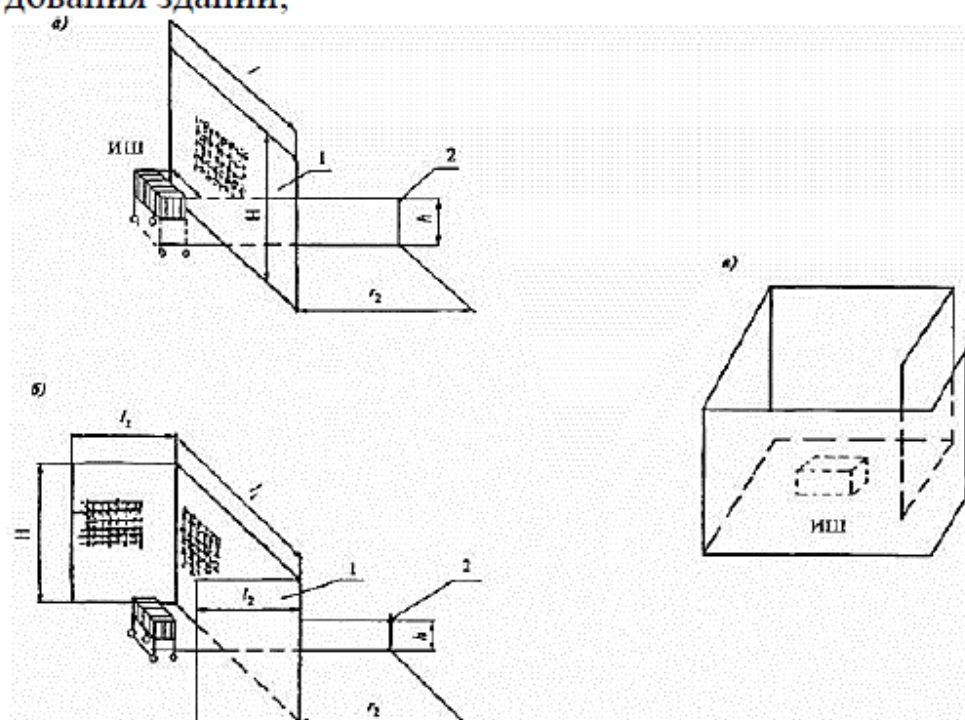


Рис. 8.4. Формы акустических экранов: а) плоский; б) П-образный; в) выгородка; ИШ – источник

в) на территории жилой застройки:

- соблюдением санитарно-защитных зон (МУК 4.3.2194-07);
- применением рациональной планировки и застройки жилых кварталов и районов;
- применением шумозащитных зданий;
- применением придорожных шумозащитных экранов и систем зеленых насаждений.

Основанием для принятия решения о применении средств нормализации звуковой среды является акустический расчет. Целью расчета является определение уровня звукового давления (УЗД) на рабочих местах для восьми октавных полос среднегеометрических частот и сопоставление их с допустимыми нормами.

Исходными данными для акустического расчета являются:

- план и разрез помещения с расположением технологического и инженерного оборудования, расчетных точек;

- сведения о характеристиках ограждающих конструкций помещения (плотность, материал, толщина);
- шумовые характеристики и геометрические размеры источников шума.

Акустический расчет проводят по уровням звукового давления в восьми октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами 63, 125, 250, 500, 1000, 2000, 4000, 8000. Расчет проводят с точностью до 0.1 дБ, а окончательный результат округляют до целых значений.

Последовательность акустического расчета

1. Выявление источников шума и определение их шумовых характеристик;

2. Выбор точек в помещении и на территории, для которых необходимо проводить расчет.

Расчетные точки в производственных и вспомогательных помещениях выбирают на рабочих местах и (или) в зонах постоянного пребывания людей на высоте 1,5 м от пола. В помещении с одним или несколькими однотипными источниками одна расчетная точка берется на рабочем месте в зоне прямого звука источника, а другая в зоне отраженного звука. В помещении с несколькими источниками шума, уровни звуковой мощности которых различаются на 10 дБ и более, расчетные точки выбирают на рабочих местах у источников с максимальными и минимальными уровнями.

3. Определение путей распространения шума от источников до расчетных точек и потерь звуковой энергии по каждому из путей (снижение за счет экранирования, расстояния, звукопоглощения и звукоизоляции).

4. Определение ожидаемых уровней шума в расчетных точках.

5. Определение требуемого снижения уровня шума.

3. Оборудование и материалы

Лабораторный стенд имеет вид макета производственных помещений, одно из которых имитирует производственный участок, а второе – конструкторское бюро. Источник шума находится внизу левой камеры, где размещен макет заводского оборудования. В правой камере размещен макет конструкторского бюро, на подставке установлен микрофон из комплекта ВШВ-003. Камеры снабжены осветительными лампами и могут накрываться звукопо-

глошающим коробом. Тумблеры для включения ламп находятся на передней стенке стенда.

Передняя стенка стенда имеет два смотровых окна. Внутри на передней и задней стенках имеются направляющие, при помощи которых устанавливается съемная звукоизолирующая перегородка, обеспечивающая изоляцию правой и левой камер друг от друга (рисунок 8.5).



Рис. 8.5. Внешний вид лабораторного стенда

Для создания шума используется *генератор низкочастотных сигналов*. На лицевой панели генератора расположены кнопки выбора диапазона частот, ручка плавного регулирования частоты, ручка плавного регулирования входного напряжения, четырехразрядный индикатор частоты, гнезда для подключения нагрузки. Измерение параметров шума осуществляется с помощью комбинированного прибора – измерителя шума и вибрации ВШВ-003-М2, в котором используется принцип преобразования механических колебаний исследуемых объектов в пропорциональный им электрический сигнал, который усиливается и преобразуется. Внешний вид прибора представлен на рисунке 8.6. На его лицевую панель выведены следующие органы управления, регулирования и индикации.



Рис. 8.6. Измеритель шума и вибрации ВШВ-003-М2

Порядок проведения измерений

- 1) измеритель шума и генератор низкочастотных сигналов подключить к сети;
- 2) микрофонный капсюль на подставке установить в правой камере (макет помещения конструкторского бюро);
- 3) соединить выходные гнезда генератора с входными гнездами на макете;
- 4) на генераторе установить одну из среднегеометрических октавных частот;
- 5) переключатели измерителя установить в положения, указанные в таблице 8.4;
- 6) выполняются измерения, а результаты регистрируются в специальных таблицах.

Таблица 8.4

Положения переключателей при измерении уровня шума

Переключатель	Обозначения	Пояснение
Род работы	S	режим измерения с постоянной времени 1 с (медленно)
Выбор предела измерения ДЛТ1 и ДЛТ2	50–80	максимальные значения
а или V		Выбор режима измерения (виброскорость, виброускорение)
LED-индикаторы		Индикация предела измерения
ФЛТ ОКТ	1...63 0.125...8	Частота (при частотном анализе в октавных полосах)

kHz или Hz		Множитель значения частоты (при частотном анализе в октавных полосах)
ФЛТ, Hz	ОКТ	корректирующий фильтр для анализа в октавных полосах
СВ/ДИФ		Измерение в диффузном поле (отключено)

4. Указания по технике безопасности

При выполнении лабораторной работы необходимо соблюдать требования по безопасности в лаборатории.

5. Методика и порядок выполнения работы

Задание 1. Ознакомьтесь с теоретическим обоснованием, порядком проведения измерений и правилами безопасности

Задание 2. Проведите оценку звукоизоляции шума однослойной перегородкой:

- проведите измерение уровня шума в «производственном помещении» без перегородок;
- установите перегородку 1 и проведите измерения;
- установите перегородку 2 и проведите необходимые измерения;
- после выполнения измерений генератор, измеритель шума, стенд отключите от сети;
- определите скорость распространения продольных звуковых волн в материале перегородки;
- из СН 2.2.4/2.1.8.562-96 «Шум на рабочих местах, в помещениях жилых, общественных зданий и на территории жилой, застройки» выпишите нормативные уровни звука для видов работы, указанных в индивидуальном задании (таблица 8.6);
- рассчитайте коэффициент частоты ψ ;
- проведите расчет звукоизоляции каждой из перегородок;
- результаты измерений и расчетов внесите в таблицу 8.5;
- определите величину звукоизоляции, если толщину перегородки увеличить в 2 раза;
- постройте графики изменений изолирующих свойств перегородок;
- сделайте вывод об звукоизолирующих свойствах исследованных однослойных перегородок.

Таблица 8.5

Результаты оценки средств звукоизоляции

Параметр		Частота, Гц							
		63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
УЗД в помещении, дБ									
Нормативные значения УЗД, дБ									
Перегоро- родка 1	УЗД ₁ , дБ								
	ψ_1								
	ΔL_1 , дБ								
Перегоро- родка 2	УЗД ₂ , дБ								
	ψ_2								
	ΔL_2 , дБ								

Таблица 8.6

Варианты индивидуальных заданий

Вариант	Перегородка 1		Перегородка 2		Место работы
	Материал	Толщина, см	Материал	Толщина, см	
1	алюминиево-магние- вые сплавы	0.8	стеклопла- стик	1.1	Руководящая работа
2	силикатное стекло	1	фанера	0.6	Научная деятель- ность
3	органическое стекло	0.7	сталь	0.57	Измерительная и аналитическая рабо- та в лаборатории
4	сталь	1	фанера	1.2	Работа, выполняе- мая с часто получа- емыми акустиче- скими сигналами
5	фанера	0.5	алюминие- во-магние- вые сплавы	0.7	Работа в залах обра- ботки информации на ЭВМ
6	стеклопла- стик	0.6	сталь	0.8	Руководящая работа
7	органическое стекло	0.55	силикатное стекло	0.75	Научная деятель- ность
8	алюминиево- магние- вые сплавы	0.6	органиче- ское стекло	0.9	Измерительная и аналитическая рабо- та в лаборатории
9	фанера	0.8	сталь	0.5	Работа, выполняе- мая с часто получа- емыми акустиче- скими сигналами
10	стеклопла- стик	0.45	стеклопла- стик	0.6	Работа в залах обра- ботки информации на ЭВМ

Задание 3. Провести оценку эффективности звукоизолирующего кожуха:

- провести необходимые измерения;
- определить усредненный коэффициент звукоизоляции;
- рассчитать среднее значение УЗД без кожуха $\overline{L}_1$, дБ;
- рассчитать среднее значение УЗД с кожухом $\overline{L}_2$, дБ;
- рассчитать звукоизоляцию кожуха R_K ;
- определить эффективность звукоизоляции ΔL , дБ;
- результаты измерений и расчетов внести в таблицу 8.7;
- построить столбчатую диаграмму зависимости эффективности звукоизоляции кожуха от частоты звука;
- сделать вывод возможности применения данного вида кожуха для обеспечения нормативных значений шума на рабочем месте и о факторах, влияющих на эффективность звукоизолирующего кожуха.

Таблица 8.7

**Результаты исследования эффективности
звукоизолирующего кожуха**

Параметр	Частота, Гц							
	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000
УЗД в помещении, дБ								
Нормативные значения УЗД, дБ								
$\overline{L}_1$, дБ								
$\overline{L}_2$, дБ								
R_K , дБ								
ΔL , дБ								

**6. Содержание отчета, форма и правила оформления
отчета по лабораторной работе**

Отчет по лабораторной работе должен содержать:

- цель работы;
- перечень приборов и оборудования, используемых в лабораторной работе;
- ответы на теоретические вопросы;
- заполненную таблицу 8.5, графики изменений изолирующих свойств перегородок и выводы по заданию 2;

- заполненную таблицу 8.7, столбчатую диаграмму зависимости эффективности звукоизоляции кожуха от частоты звука и выводы по заданию 3.

7. Вопросы для защиты работы

1. Что называют шумом? Каковы негативные последствия воздействия шума на человека?
2. Нормируемые параметры производственного шума.
3. Нормируемые параметры шума на селитебной территории.
4. Перечислите акустические средства и методы защиты от шума.
5. Перечислите архитектурно-планировочные средства и методы защиты от шума.
6. Виды акустических экранов и факторы, обуславливающие их эффективность.
7. Перечислите организационно-технические средства и методы защиты от шума.
8. В чем суть звукоизоляции? Какие материалы применяют для этого?
9. В чем суть звукопоглощения? Какие материалы применяют для этого?
10. Какова цель акустического расчета?

Лабораторная работа9

Оценка воздействия электромагнитных полей на окружающую среду

1. Цель работы: Измерение и оценка уровней электромагнитного излучения от различных источников. Оценка необходимых мероприятий по снижению негативного воздействия ЭМИ.

2. Теоретическое обоснование

Электромагнитное поле (ЭМП) – это особая форма материи, посредством которой осуществляется взаимодействие между заряженными частицами. Переменное ЭМП представляет собой совокупность магнитного и электрического полей. Электрическое поле возникает при наличии напряжения на токоведущих частях, а магнитное – при прохождении тока по токоведущим частям. Электромагнитное поле обладает энергией и распространяется в виде электромагнитных волн. Скорость распространения колебаний в воздухе равна скорости света $3 \cdot 10^8$ м/с.

Можно выделить два вида мероприятий по защите от воздействия ЭМП: защита временем и защита расстоянием.

Защита расстоянием – основывается на падении интенсивности излучения, которое обратно пропорционально квадрату расстояния и применяется, если невозможно ослабить ЭМП другими мероприятиями, в том числе и защитой временем. Необходимо отметить, что:

1. Этот вид защиты положен в основу зон нормирования излучений для определения необходимого разрыва между источниками ЭМП и жилыми домами, служебными помещениями и т. д.

2. Для каждой установки, излучающей электромагнитную энергию, определяются санитарно-защитные зоны, в которых ЭМП не превышает ПДУ.

Защита временем – применяется, когда нет возможности снизить интенсивность излучения в данной точке до предельно допустимых уровней (ПДУ).

Оценка ЭМП ПЧ (50 Гц) осуществляется отдельно по напряженности электрического поля (Е) в кВ/м, напряженности магнитного поля (Н) в А/м или индукции магнитного поля (В), в мкТл. Нормирование электромагнитных полей 50 Гц на рабочих местах персонала дифференцировано в зависимости от времени пребывания в электромагнитном поле.

Напряженности магнитного поля токов промышленной частоты установлены для условий общего (на все тело) и локального (на конечности) воздействия (таблица 1).

Таблица 1 – Нормирование магнитных полей токов промышленной частоты

Время пребывания в поле, ч	Напряженности магнитного поля, H , кА/м	
	При общем воздействии	При локальном воздействии
Не более 1	1,6	6,4
2	0,8	3,2
4	0,4	1,6
8	0,08	0,8

Применительно к ЭМП токов промышленной частоты (50 Гц) нормируются отдельно напряженности электрического и магнитного полей. Предельное значение напряженности электрического поля $E_{пред} = 25$ кВ/м. При этом нормируется и время пребывания в поле (таблица 2).

Таблица 2 – Нормирование электрических полей токов промышленной частоты

Напряженность электрического поля, E , кВ/м	Время пребывания
Менее 5	В течение всей смены
5 – 20	определяется по формуле (1)
20 – 25	Не более 10 минут

При напряженностях в интервале больше 5 до 20 кВ/м включительно допустимое время пребывания в ЭП Т (час) рассчитывается по формуле:

$$T = \frac{50}{E^{1,55}} - 2, \quad (1)$$

где E – напряженность ЭП в контролируемой зоне, кВ/м;

T – допустимое время пребывания в ЭП при соответствующем уровне напряженности, ч.

Пребывание в ЭП с напряженностью более 25 кВ/м без применения средств защиты не допускается.

Время пребывания персонала в течение рабочего дня в зонах с различной напряженностью ЭП ($T_{пр}$) вычисляют по формуле:

$$T_{пр} = 8 \cdot \left(\frac{t_{E1}}{T_{E1}} + \frac{t_{E2}}{T_{E2}} + \dots + \frac{t_{En}}{T_{En}} \right), \quad (2)$$

где $T_{пр}$ – приведенное время, эквивалентное биологическому эффекту пребывания в ЭП нижней границы нормируемой напряженности, ч;

$t_{E1}, t_{E2} \dots t_{En}$ – время пребывания в контролируемых зонах с напряженностями $E_1, E_2 \dots E_n$, ч;

$T_{E1}, T_{E2} \dots T_{En}$ – допустимое время пребывания для соответствующих зон, ч. Отметим, что приведенное время не должно превышать 8 ч.

Количество контролируемых зон определяется перепадом уровней напряженности ЭП на рабочем месте. Различие в уровнях напряженности ЭП контролируемых зон устанавливается 1 кВ/м.

Временные допустимые уровни (ВДУ) ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах *представлены в таблице 3.*

Таблица 3 – Временные допустимые уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ на рабочих местах

Наименование параметров		ВДУ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц – 2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц – 400 кГц	25 нТл
Напряженность электростатического поля		15 кВ/м

Классы условий труда при действии неионизирующих электромагнитных полей и излучений представлены в таблице 4.

Таблица 4 – Классы условий труда при действии неионизирующих электромагнитных полей и излучений

Показатель	Класс условий труда						
	оптимальн ый	допусти мый	вредный				опас ный
	1	2	3.1	3.2	3.3	3.4	4
1	2	3	4	5	6	7	8
Электрические поля промышленной частоты (50 Гц)	естественн ый фон	≤ПДУ	≤5	≤10	>10	-	>40
Магнитные поля промышленной частоты (50 Гц)	естественн ый фон	≤ПДУ	≤ 5	≤10	>10	-	-
Электромагнитные поля на рабочем месте пользователя ПЭВМ ¹⁾	-	≤ ВДУ	>ВД у	-	-	-	-

3.Аппаратура и материалы

Для снятия замеров уровней ЭМП на рабочем месте применяется измеритель ЭМП промышленной частоты ПЗ – 50. Измеритель ПЗ – 50 предназначен для измерения среднеквадратического значения напряженности электрического и магнитного поля (ЭП и МП) промышленной частоты (50 Гц), возбуждаемого вблизи электроустановок высокого напряжения промышленной частоты.

Измеритель состоит из антенн-преобразователей (АП) ЕЗ – 50, НЗ – 50 и устройства отсчетного УОЗ – 50 (рисунок 1). Работа прибора основана на возбуждении в АП под воздействием измеряемого поля переменного напряжения с той же частотой и пропорционального напряженности поля. Переменное напряжение предварительно усиливается в АП и далее поступает на вход устройства отсчетного, где происходит его фильтрация, дальнейшее усиление, преобразование в постоянное напряжение и индикация.

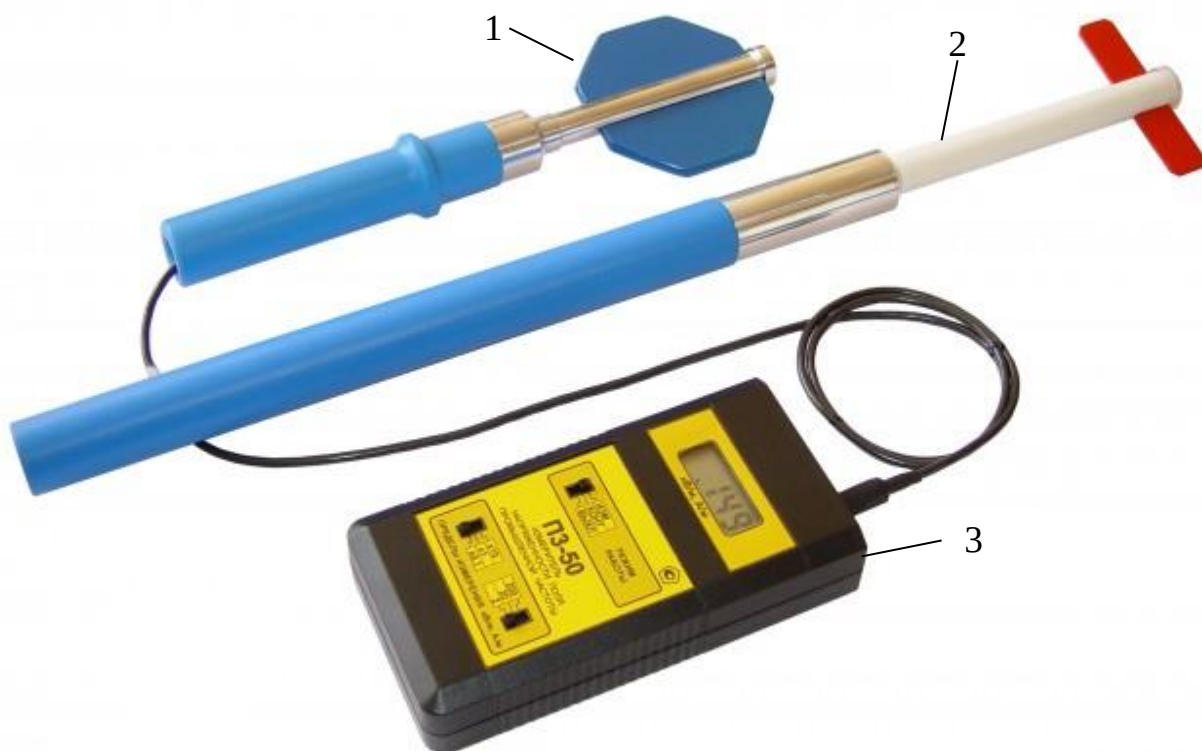


Рисунок 1 – Внешний вид измерителя ПЗ – 50

АП типа ЕЗ-50 (1) предназначена для измерения напряженности электрического поля и представляет собой симметричную дипольную антенну, электрически малых размеров (полный размер диполя 100 мм). При помещении диполя в ЭП между плечами диполя возникает переменная разность потенциалов. Амплитуда этого переменного напряжения пропорциональна проекции вектора напряженности поля на ось диполя. Переменное напряжение с диполя далее передается на вход дифференциального усилителя, находящегося в корпусе АП. С выхода усилителя сигнал через кабель поступает на устройство отсчетное УОЗ-50.

АП типа НЗ-50 (2) предназначена для измерения напряженности магнитного поля и представляет собой экранированную рамочную антенну, электрически малых размеров (средний диаметр рамки 80 мм, число витков 5600). При помещении АП в МП в обмотке антенны наводится переменное напряжение пропорциональное проекции вектора напряженности поля на ось, перпендикулярную плоскости рамки. Переменное напряжение далее через кабель поступает на устройство отсчетное УОЗ-50.

Устройство отсчетное типа УОЗ-50 (3) предназначено для усиления и преобразования аналогового сигнала, поступающего с АП в цифровой сигнал и отсчета напряженности ЭП или МП в абсолютных единицах кВ/м или А/м, соответственно.

Сигнал с АП поступает на входной усилитель низкой частоты, где происходит усиление или ослабление сигнала в зависимости от положений переключателей пределов измерения (200/20/2 и $\times 0,1/\times 1/\times 10$). Усиленный сигнал через полосовой фильтр (с частотой селекции 50 Гц) поступает на преобразователь переменного напряжения в постоянное. Постоянное напряжение далее передается на аналого-цифровой преобразователь, где происходит преобразование сигнала в цифровую форму и вывод его на жидкокристаллический индикатор.

На лицевой панели УОЗ-50 имеются следующие органы индикации и управления:

- жидкокристаллический индикатор – для снятия показаний прибора.
- переключатель ВЫКЛ/КОНТ/ИЗМ – для выключения питания измерителя (положение ВЫКЛ) и переключения УОЗ-50 в режим контроля питания или в режим измерения (положения КОНТ или ИЗМ, соответственно);
- переключатель $\times 0,1/\times 1/\times 10$ (ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЯ) – для установки множителя показаний индикатора и установки пределов измерения;
- переключатель 2/20/200 (ПРЕДЕЛЫ ИЗМЕРЕНИЯ) – для установки пределов измерения;

Выбор требуемого предела производится путем установки их в положения, описанные в таблицах 5 и 6.

Таблица 5 – Возможные комбинации пределов измерений при измерении напряженности электрического поля

Предел измерения, кВ/м	Положение переключателя $\times 0,1/\times 1/\times 10$	Положение переключателя 2/20/200
200	$\times 1$	200
20	$\times 1$	20

2	×1	2
0,2	×0,1	2

Таблица 6 – Возможные комбинации пределов измерений при измерении напряженности магнитного поля

Предел измерения, А/м	Положение переключателя ×0,1/×1/×10	Положение переключателя 2/20/200
2000	×10	200
200	×1	200
20	×1	20
2	×1	2
0,2	×0,1	2

4. Указания по технике безопасности

При эксплуатации измерителя и его поверке необходимо соблюдать правила безопасности при работе с высоковольтными электроустановками и источниками ЭП и МП промышленной частоты. При большой напряженности ЭП или МП промышленной частоты необходимо применять защитные средства.

Не допускается использовать измеритель вблизи электроустановок высокого напряжения, если существует опасность искрового пробоя на элементы измерителя.

В связи с тем, что измеритель не содержит источников высокого напряжения и не подключается к электросетям, работа с измерителем электробезопасна.

5. Методика и порядок выполнения работы

5.1 Общие правила работы с измерителем ПЗ – 50

5.1.1 Перед началом работы произведите внешний осмотр измерителя. Для чего выньте из футляра устройство отсчетное и необходимую АП, убедитесь в отсутствии видимых механических повреждений.

5.1.2 Перед началом работы ознакомьтесь с расположением органов управления и контроля измерителя. Установите их в исходное положение:

переключатель ВЫКЛ/КОНТ/ИЗМ – в положение ВЫКЛ;

переключатель $\times 0,1/\times 1/\times 10$ – в положение $\times 1$;

переключатель 2/20/200 – в положение 200.

5.1.3 Порядок работы при измерении напряженности ЭП:

- подключить штатный кабель КЗ-50 к разъему на хвостовой части АП типа ЕЗ-50. Накрутить на АП пластмассовую ручку. Подключить разъем на свободном конце кабеля к ответной части на УОЗ-50;

- установить переключатель ВЫКЛ/КОНТ/ИЗМ в положение КОНТ (остальные переключатели в исходном положении согласно п. 5.1.2). При этом на индикаторе УОЗ-50 появится контрольное число, соответствующее напряжению питания прибора. Число на индикаторе должно находиться в пределах от минус 100,0 до плюс 150,0;

- установите переключатель ВЫКЛ/КОНТ/ИЗМ в положение ИЗМ, а переключатели $\times 0,1/\times 1/\times 10$ и 2/20/200 в положения соответствующие пределу измерения 200 кВ/м согласно таблице 5. Поместите АП в измеряемое ЭП, удерживая ее за пластмассовую рукоятку в одной руке, а устройство отсчетное УОЗ-50 – в другой. Изменяя направление оси диполя, добейтесь максимального показания на индикаторе;

- если показания на индикаторе слишком малы переключитесь на более чувствительный предел измерения, установив переключатели $\times 0,1/\times 1/\times 10$ и 2/20/200 в соответствующие положения согласно таблице 5. Если на индикаторе появляется символ перегрузки (цифра 1 в левом десятичном разряде индикатора при отсутствии цифр в других разрядах), то это означает, что напряженность ЭП в точке измерения превышает величину установленного предела. Наиболее оптимальным для проведения измерений является предел, на котором можно получить максимальное количество значащих цифр измеряемой величины;

- Считать показания с индикатора УОЗ – 50 и, в зависимости от выбранного предела измерения определить напряженность поля по формуле

$$E = M \cdot R, \quad ($$

где E – измеренное значение напряженности ЭП, кВ/м;

M – множитель, задаваемый переключателем $\times 0,1/\times 1/\times 10$;

R – число на индикаторе УОЗ-50.

5.1.4 Порядок работы при измерении напряженности МП:

- подключить штатный кабель КЗ-50 к разъему на хвостовой части АП типа НЗ-50. Накрутить на АП пластмассовую ручку. Подключить разъем на свободном конце кабеля к ответной части на УОЗ-50;

- выполнить операции контроля питания согласно п. 5.1.2;

- установите переключатель ВЫКЛ/КОНТ/ИЗМ в положение ИЗМ, а переключатели $\times 0,1/\times 1/\times 10$ и 2/20/200 в положения соответствующие пределу измерения 2000 А/м согласно таблице 6. Поместите АП в измеряемое МП, удерживая ее за пластмассовую рукоятку в одной руке, а устройство отсчетное УОЗ-50 – в другой. Изменяя направление измерительной оси АП, добейтесь максимального показания на индикаторе;

- если показания на индикаторе слишком малы переключитесь на более чувствительный предел измерения, установив переключатели $\times 0,1/\times 1/\times 10$ и 2/20/200 в соответствующие положения согласно таблице 6. Если на индикаторе появляется символ перегрузки (цифра 1 в левом десятичном разряде индикатора при отсутствии цифр в других разрядах), то это означает, что напряженность МП в точке измерения превышает величину установленного предела. Наиболее оптимальным для проведения измерений является предел, на котором можно получить максимальное количество значащих цифр измеряемой величины;

- считать показания с индикатора УОЗ-50 и, в зависимости от выбранного предела измерения определить напряженность поля по формуле

$$H = M \cdot R, \quad (4)$$

)

где H – измеренное значение напряженности МП, А/м;

M – множитель, задаваемый переключателем $\times 0,1/\times 1/\times 10$;

R – число на индикаторе УОЗ-50.

Для пересчета значений напряженности МП (H) в значения магнитной индукции (B) следует использовать следующее соотношение

$$B = \mu_0 \cdot \mu \cdot H, \quad (5)$$

где $\mu_0 = 4 \cdot \pi \cdot 10^{-7} \cong 1,26 \cdot 10^{-6}, \text{ Гн/м}$ – магнитная постоянная;

μ – магнитная проницаемость среды, равная для воздуха 1. Если магнитная индукция B измеряется в мкТл, а H измеряется в А/м, то $B[\text{мкТл}] = 1,26 \times H[\text{А/м}]$.

5.1.5 После окончания работы с измерителем необходимо выключить питание (перевести в положение ВЫКЛ переключатель ВЫКЛ/КОНТ/ИЗМ), отсоединить составные части прибора друг от друга и уложить в футляр.

5.2 Измерение уровня электромагнитного поля, создаваемого ПЭВМ.

5.2.1 Составить план (эскиз) размещения рабочих мест пользователей ПЭВМ в помещении.

5.2.2 Установить на экране ВДТ типичное для данного вида работы изображение (текст, графики и др.).

5.2.3 При проведении измерений должна быть включена вся вычислительная техника, ВДТ и другое используемое для работы электрооборудование, размещенное в данном помещении.

5.2.4 Провести измерения уровней электрических и магнитных полей на рабочем месте, оборудованном ПЭВМ. Следует учесть, что основными источниками электрических и магнитных полей ПЭВМ могут быть монитор, системный блок, манипулятор «Мышь», клавиатура, преобразователь напряжения, а также распространение полей во всех направлениях от источника. Если проводятся измерения уровней электрических и магнитных полей, создаваемых ПЭВМ типа «Notebook» измерения проводятся и под панелью клавиатуры. Полученные значения занести в таблицу 7.

5.2.5 Установите класс условий при действии ЭМП ПЭВМ (таблица 4).

5.2.6 Установить наиболее опасные ¹⁶³зоны при работе с ПЭВМ.

5.3 Измерение уровня электромагнитного поля, создаваемого электробытовым прибором.

5.3.1 Установите максимальную мощность электробытового прибора (микроволновой печи). Включите печь, предварительно установив в нее стакан воды.

5.3.2 Проведите измерение уровней электрического и магнитного полей на расстояниях 10, 20, 50, 100 см от источника. Данные занесите в таблицы 8 – 9.

5.3.3 Определите предельно допустимые значения уровней ЭМП (таблицы 1 – 2).

5.3.4 Если измеренные параметры выше допустимых, определите безопасное время работы с источниками.

5.3.4 Установите класс условий при действии ЭМП (таблица 4).

5.3.5 Проведите измерения уровней ЭМП при снижении мощности микроволновой печи. Данные занесите в таблицу 8. Сделайте выводы.

5.4 Измерение уровня электромагнитного поля электрического щита. Оценка общего и локального воздействия магнитного поля.

5.4.1 При включенном источнике электропитания (электрощит) проведите измерения уровней ЭМП на различных расстояниях от источника. Заполните таблицы 10 – 11.

5.4.2 Определите предельно допустимые значения уровней ЭМП (таблицы 1 – 2).

5.4.3 Установите безопасное расстояние от источника.

5.4.4 Сделайте вывод о характере общего и локального воздействия магнитного поля промышленной частоты.

6 Содержание отчета и его форма.

Отчет о лабораторной работе включает в себя:

1. Титульный лист;
2. Цель работы;

3. Краткий конспект теоретического материала;

4. Результаты измерений (протокол предварительных замеров (таблица 6), протокол измерений и оценки условий труда при воздействии электромагнитного поля частотой 50 Гц);

5. Результаты расчетов (таблица 7)

Таблица 7 – Результаты оценки ЭМП ПВМ

Наименование источника	Уровень ЭМП, В/м	ВДУ ЭМП, В/м	Значение магнитной индукции, В, мкТл	Уровень МП, А/м	ВДУ МП, нТл	Класс условий труда

Таблица 8 – Результаты оценки ЭП электробытового прибора

Мощность прибора, Вт	Уровень ЭП на расстоянии, см, от источника				ПДУ ЭП	Безопасное время T , ч	Класс условий труда
	10	20	50	100			

Таблица 9 – Результаты оценки МП электробытового прибора

Мощность прибора, Вт	Уровень МП на расстоянии, см, от источника				ПДУ МП	Безопасное время T , ч	Класс условий труда
	10	20	50	100			

Таблица 10 – Результаты оценки ЭП электрического щита

Уровень ЭП на расстоянии, см, от источника				ПДУ ЭП	Безопасное время T , ч	Класс условий труда
0	10	50	100			

Таблица 11 – Результаты оценки МП электрического щита

Уровень МП на расстоянии, см, от источника				ПДУ МП при воздействии		Безопасное время T , ч	Класс условий труда
0	10	50	100	общем	локальном		

1. Дайте определение «электромагнитные поля» (ЭМП) и перечислите их основные характеристики и параметры.
2. Перечислите виды классификаций ЭМП.
3. На какие зоны можно разделить область распространения электромагнитных волн. Какие параметры ЭМП нормируются в этих зонах?
4. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека электростатических полей. Каким образом осуществляется их нормирование?
5. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека постоянных магнитных полей. Каким образом осуществляется их нормирование?
6. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека электромагнитных излучений радиочастотного диапазона. Каким образом осуществляется их нормирование?
7. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека СВЧ излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?
8. Охарактеризуйте основные причины возникновения и особенности воздействия на человека инфракрасных излучений. Каким образом осуществляется их нормирование?

Перечень основной литературы:

1.. Латышенко К.П. Методы и приборы контроля качества среды [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон.текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 437 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79645.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Бояринова С.П. Мониторинг среды обитания [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Бояринова. — Электрон.текстовые данные. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. — 130 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66912.html>

Перечень дополнительной литературы:

1.Мониторинг и охрана городской среды : учеб.-метод. пособие : специальность 120300 – Городской кадастр / авт.-сост. В. В. Мовсесова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ГОУ ВПО "Ставроп. гос. ун-т". – Ставрополь : Изд-во СГУ, 2011. – 30 с.

2. Бетенеков Н.Д. Радиоэкологический мониторинг [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Д. Бетенеков. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 208 с. — 978-5-7996-1309-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65979.html>

3. Экологический мониторинг [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т.Я. Ашихмина [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — М. : Академический Проект, Альма Матер, 2016. — 416 с. — 978-5-8291-2505-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60099.html>

4. Шамраев А.В. Экологический мониторинг и экспертиза [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Шамраев. — Электрон.текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 141 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24348.html>

5. Тихонова, И. О. Экологический мониторинг атмосферы : учеб.пособие для вузов / И.О. Тихонова, В.В. Тарасов, Н.Е. Кручинина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ФОРУМ⁶⁷ИНФРА-М, 2014. – 131 с. : ил. ; 21. –

Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 129. – ISBN 978-5-91134-667-6. – ISBN 978-5-16-006032-3

Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

4. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Мониторинг среды обитания» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Соколова

5. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Мониторинга среды обитания» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Соколова

6. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Мониторинга среды обитания» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Соколова

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«СЕВЕРО-КАВКАЗСКИЙ ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Методические указания

по организации самостоятельной работы студентов
по дисциплине «МОНИТОРИНГ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ»
для студентов направления подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
Форма обучения: заочная

**Ставрополь
2026**

Введение

При изучении дисциплины «Мониторинг сред обитания» учебным планом предусмотрены аудиторные занятия (лекции, практические и лабораторные), а также самостоятельная работа студентов (СРС).

Основными формами работы и контроля СРС в данном курсе являются:

- самостоятельное изучение основного и дополнительного материала по темам, представленным в рабочей программе дисциплины;
- написание докладов – письменное краткое изложение статьи, книги или нескольких научных работ, научного труда, литературы по общей тематике;
- выполнение контрольной работы.

В методических указаниях представлены рекомендации по организации самостоятельной работы по данным направлениям.

Общая характеристика самостоятельной работы студента

Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Мониторинг среды обитания» позволяет сформировать знания, умения и навыки бакалавров направления подготовки **20.03.01 «Техносферная безопасность»**, об основных направлениях будущей профессиональной деятельности.

Основными формами самостоятельной работы в курсе дисциплины «Мониторинг среды обитания» являются:

1. Самостоятельное изучение разделов и тем дисциплины. Отчет по данной форме контроля представляется в форме конспекта. Данное мероприятие сочетает письменную и устную формы деятельности студента; выявляет аналитические умения, навыки выделения смысловых центров текста. Степень освоения данного вида самостоятельной работы оценивается тестированием (самостоятельно) и беседами с преподавателем по вопросам;

2. Подготовка доклада. Результатом выполнения данного мероприятия является предоставление презентации по теме. При этом у студента формируются навыки самостоятельной работы с литературными источниками, а также способности наглядного оформления изученного материала.

3. Выполнение контрольной работы. Контрольная работа по дисциплине «Мониторинг среды обитания» имеет важное значение в формировании самостоятельных навыков студентов и определяет степень овладения теоретическим курсом предмета при решении практических задач. Умение правильно и эффективно пользоваться технической и методической литературой, действующими государственными стандартами и прикладными компьютерными программами даёт студенту возможность быстрого использования полученных знаний в производственных условиях

План-график выполнения самостоятельной работы

В соответствии с рабочими программами дисциплины «Мониторинг среды обитания» для самостоятельной работа студентов организуется по

графику, представленному в таблице 1.

Таблица 1 – Виды самостоятельной работы студентов и формы их контроля

Вид деятельности студентов	Итоговый продукт самостоятельной работы	Средства и технологии оценки
Самостоятельное изучение литературы по теме 5. Источники и особенности загрязнения окружающей среды Вопрос 4: Формирование химического состава природных вод	Конспект	Собеседование, проверка конспектов
Самостоятельное изучение литературы по теме 7. Особенности организации контроля состояния окружающей среды Вопрос 4: Отбор проб атмосферного воздуха для анализа	Конспект	Собеседование, проверка конспектов

Контрольные точки и виды отчетности по ним

В рамках рейтинговой системы успеваемость студентов по каждой дисциплине оценивается в ходе текущего контроля и промежуточной аттестации.

Текущий контроль. Рейтинговая оценка знаний студента

В рамках рейтинговой системы оценки знаний студентов предусматривается последовательное выполнение отчетных мероприятий. Примерные этапы рейтинговой оценки представлены в таблице 2.

Таблица 2 – Рейтинговая система оценки знаний студентов по дисциплине

№ п/п	Вид деятельности студентов	Сроки выполнения	Количество баллов
1.	Выполнение практических занятий 1 – 3, тестирование по темам 1-2. Собеседование по теме 2	6 неделя	15
2.	Выполнение и защита лабораторных работ 1 – 3, подготовка доклада по теме 4. Собеседование по теме 4.	9 неделя	15
3.	Выполнение практических занятий 4 – 7, собеседование по темам 5-6	15 неделя	10
4.	Выполнение и защита лабораторных работ 4 – 7, подготовка доклада по теме 7. Выполнение контрольной работы	17 неделя	15

Промежуточная аттестация. Процедура дифференцированного зачета как отдельное контрольное мероприятие не проводится, оценивание знаний обучающегося происходит по результатам текущего контроля.

Зачет выставляется по результатам работы в семестре, при сдаче всех контрольных точек, предусмотренных текущим контролем успеваемости.

Подготовка к собеседованию

Проверка знаний материала лекционных и практических занятий проводится в виде собеседования (по всем темам) и тестирования (по некоторым темам при необходимости). Предполагается, что отдельные вопросы тем дисциплины изучаются студентами самостоятельно (таблица 1). Знания указанных вопросов проверяется наличием конспектов и собеседованием. Паспорт форда тестовых заданий представлен в ФОС. Ниже приведены вопросы для собеседования по всем темам курса «Ведение в специальность». Вопросы структурированы по двум уровням: базовый и повышенный (выделен курсивом). Вопросы повышенного уровня требуют знаний дополнительных источников литературы, показывают умения и навыки студентов анализировать теоретический материал и готовность к применению теоретических знаний в практической деятельности.

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя собеседование по вопросам тем дисциплины.

Данное оценочное мероприятие проводится на каждом практическом и (или) семинарском занятии на основании материалов и знаний, полученных на лекциях, а также при изучении основной и дополнительной литературы. Для подготовки к данному оценочному мероприятию студенту необходимо подготовить устные ответы на вопросы собеседования, либо законспектировать данные ответы в тетрадь (не обязательно)

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования материалами лекций, основной и дополнительной литературы, а также Интернет-ресурсов.

При проверке задания, оцениваются:

- правильность ответов;
- чёткое знание терминологии;
- умение грамотно, четко и последовательно излагать материал;
- использование дополнительной литературы при подготовке;
- умение анализировать теоретический материал и сопоставлять его с практикой;
- знание статистических данных об изучаемых процессах и явлениях;
- умение приводить конкретные примеры.

В процессе самостоятельного изучения отдельных вопросов тем дисциплины рекомендуется работа с литературой, перечень которой приведен в конце методических указаний. При подготовке к собеседованию предлагается следующая литература.

Таблица 2 – Рекомендации по работе с литературой при организации СРС

№ п/п	Темы для самостоятельного изучения	Рекомендуемые источники информации (№ источника)			
		Основная	Дополнительная	Методическая	Интернет-ресурсы
1	Тема 2. Нормирование качества окружающей природной среды	2	1	1,2	1,2
2	Тема 4. Источники и особенности загрязнения окружающей среды	1	1	2	2,5
3	Тема 5. Источники и особенности загрязнения окружающей среды	1,3	2	1,2	3,7,8
4	Тема 6. Особенности организации контроля состояния окружающей среды Вопрос: Организация наблюдений и контроля загрязнения ОС	2	1	1	4,6
5	Тема 7. Система управления качеством окружающей природной среды	1	2	2	3,4
6	Тема 8. Экологический менеджмент	1	2	2	1,6

Вопросы для собеседования (самопроверки)

Тема 2. Нормирование качества окружающей природной среды

1. Что показывает индекс загрязнения?
2. Что такое ПДК?
3. Что такое фоновая концентрация и токсическая концентрация?
4. Назовите критерии качества воздуха;
5. Какие два основных критерия оценки качества окружающей среды вы знаете? В чем их различие?
6. Какие основные виды ПДК (предельно допустимой концентрации) для воздушной среды вы знаете? Дайте определения. Укажите единицы измерения.
7. *Приведите два различных вида ПДК для водной среды. В чем их различие? Каковы единицы измерения?*
8. *Какие существуют интегральные показатели качества воды? Каковы их единицы измерения?*
9. *Что такое эффект суммации? Приведите примеры.*
10. *Что означают аббревиатуры ВДК, ОБУВ, ПДЭН? В каких случаях эти показатели применяются для оценки качества среды? Каковы их единицы измерения?*

Тема 5. Источники и особенности загрязнения окружающей среды

1. Перечислите источники поступления загрязняющих веществ в окружающую среду
2. Что понимается под данными о состоянии антропогенных источников эмиссии?
3. Приведите классификацию антропогенных воздействий?
4. Назовите антропогенное воздействие на ближний космос
5. Расскажите о классификации систем наблюдения в связи с антропогенным воздействием на компоненты биосферы
6. Назовите основные источники радиоактивного загрязнения

7. Расскажите об антропогенном воздействии на почвы и растительность

8. Дайте определение понятию «загрязнение поверхностных вод»

9. Расскажите о смогах как наиболее опасных результатах загрязнения атмосферы

10. Дайте определение понятию «информационный портрет экологической

11. обстановки»

12. Основные факторы, элементы и процессы, требующие наблюдения за средами обитания1. Какие основные вещества являются загрязнителями окружающей среды в современном городе?

13. Как можно классифицировать антропогенные загрязнения окружающей среды? Приведите примеры.

14. Какие токсичные выбросы являются приоритетными загрязнителями атмосферы?

15. Что такое «кислотные дожди»? Какие методы их утилизации вы знаете?

16. Какие токсичные вещества содержат выхлопные газы автомобилей? Как их обезвреживают?

17. Что такое смог? Какие способы удаления частиц пыли из воздуха вы знаете?

18. Что такое «парниковый эффект»?

19. Какие изменения гидросферы связаны с хозяйственной деятельностью человека?

20. Какие методы очистки воды вы знаете? Какова их последовательность? Какова роль каждого из этих методов?

21. Что такое реагентный метод очистки воды? Приведите примеры.

22. Какие два типа биохимической очистки воды вы знаете? В чем их отличие?

23. Как можно классифицировать твердые отходы?

24. Как решаются проблемы со все возрастающими твердыми бытовыми отходами на Земле? Приведите примеры.

25. Какие примеры утилизации твердых промышленных отходов вы можете привести?

26. Какие вопросы следует решить человечеству для сохранения биосферы Земли? Приведите примеры успешного решения этих проблем.

27. Организация наблюдений за загрязнением атмосферы.

28. Состав атмосферного воздуха.

29. Показатели качества атмосферного воздуха.

30. Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (взвешенные вещества)

31. *Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (соединения азота)*

32. *Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (соединения серы)*

33. *Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (взвешенные вещества)*

34. *Техногенные загрязняющие вещества в атмосфере (диоксид углерода)*

35. *Метеорологический и климатический потенциал загрязнения атмосферы.*

36. *Влияние инверсии на загрязнение воздушной среды.*

37. *Влияние туманов на загрязнение атмосферы.*

38. *Влияние ветра на загрязнение атмосферы.*

39. *Обобщенный показатель загрязнения воздуха по городу.*

40. *Прогноз загрязнения воздуха по городу.*

41. *Перечень веществ, подлежащих контролю.*

42. *Отбор и методы отбора проб воздуха*

43. *Снежный покров, как индикатор загрязнения воздуха.*

44. *Биологические наблюдения в мониторинге атмосферного воздуха.*

Тема 6. Особенности организации контроля состояния окружающей среды

1. Организация контроля за качеством питьевой воды.
2. Оценка и выбор места забора воды для питьевого водопользования.
3. Основные задачи выполняемые в рамках ОГСН за качеством поверхностных вод.
4. Требования к охране водных объектов.
5. Организация сети пунктов контроля за качеством поверхностных вод.
6. Расположение створов с различным водообменом.
7. Установление категории пункта контроля за качеством поверхностных вод.
8. Полная и сокращенная программа контроля по гидрологическим и гидрохимическим показателям.
9. Общие и суммарные показатели качества вод.
10. Определение неорганических загрязнителей в природных водах.
11. Определение органических загрязнителей в природных водах.
12. Приборы для отбора проб воды. Подготовка воды для анализа.
13. Характеристика степени загрязненности водоемов.
14. Основные критерии оценки опасности загрязнения почвы.
15. Экологическая оценка почв, используемых для выращивания с/хозяйственных культур.
16. Экологическая оценка почв населенных пунктов.
17. Контроль загрязнения почв пестицидами.
18. Тяжелые металлы в почве.
19. Выбор пунктов контроля по отбору проб почвы. Правила отбора проб почвы.
20. Простейшие модели загрязнения атмосферного воздуха;
21. Приборы автоматического газового анализа;

22. Организация системы контроля воздуха;
23. Правила прогнозирования загрязнения воздуха по городу;
24. Аппаратура для отбора проб воздуха;
25. Методы прогнозирования загрязнения воздуха;
26. Передвижная лаборатория «Атмосфера – 2» (устройство, эксплуатация);
27. Посты наблюдений за качеством атмосферного воздуха;
28. Обработка результатов наблюдений за загрязнением атмосферы и их обобщение;
29. Какие параметры включаются в систематические наблюдения при мониторинге
30. атмосферы?
31. На сколько категорий подразделяются посты наблюдений за уровнем загрязнения воздуха?
32. Назовите основные задачи мониторинга атмосферы;
33. Назовите методы отбора про атмосферного воздуха для лабораторного анализа;
34. Назовите программы и сроки проведения наблюдений за состоянием атмосферного воздуха;
35. Назовите перечень веществ, подлежащих контролю загрязнения воздуха;
36. Основные задачи мониторинга атмосферного воздуха;
37. Основной принцип организации мониторинга атмосферы.
38. Расскажите о сети наблюдения за состоянием водных объектов;
39. Как подразделяются пункты наблюдения за состоянием водных объектов по категориям?
40. Каковы принципы размещения пунктов наблюдения за состоянием водных объектов?
41. *Расскажите о программах наблюдения за состоянием водных объектов;*

42. *Расскажите о программах наблюдения за состоянием морских вод;*
43. *Перечислите основные задачи, выполняемые в рамках ОГСНК, наблюдений качества поверхностных вод;*
44. *Перечислите основные принципы организации наблюдений;*
45. *Какие показатели используются при наблюдениях за состоянием водных объектов?*
46. *Какие сведения предусматривает программа наблюдений по гидробиологическим показателям?*
47. *Что следует понимать под створом пункта наблюдения?*
48. *Что является важным моментом наблюдений загрязнения поверхностных вод?*
49. *Что такое зообентос?*
50. *Что такое перифитон?*
51. *Что такое зоопланктон?*
52. *Что такое фитопланктон?*
53. *Что Вы знаете о передвижных гидрохимических лабораториях?*
54. *Расскажите об автоматизированных системах контроля загрязнения вод.*
55. *Расскажите о водорослях как индикаторах загрязнения водной среды*
56. *Как выбрать место для отбора пробы среды?*
57. *Каковы основные принципы отбора пробы среды?*
58. *Как подготавливаются пробы среды к проведению анализа?*
59. *Каковы принципы выбора аналитических методов при проведении мониторинга?*
60. *Перечислите основные характеристики аналитических методов, применяемых в контроле окружающей среды.*

Тема 8. Экологический менеджмент

1. *Что такое экологический менеджмент?*

2. Как вы понимаете термин «устойчивое развитие»?
3. Что такое экологическая безопасность?
4. Как формируются механизмы природопользования в рыночной экономике?
5. Дайте определение рыночных и нерыночных ценностей.
6. Что нового вы видите в оценке стоимости биотических компонентов, предложенной В.Н. Большаковым?
7. Сформулируйте цель экологической экспертизы.
8. Назовите принципы экологического сопровождения хозяйственной деятельности.
9. В чем суть экологического менеджмента на предприятии?
10. Как вы понимаете задачи экологизации экономики в период структурной перестройки?
11. Каковы источники финансирования природоохранной деятельности?
12. В чем отличие техногенного круговорота веществ от биогеохимических круговоротов веществ в природе?
13. Отличается ли техногенный круговорот веществ в развитых и в развивающихся странах? Если да, то в чем это отличие?
14. Кем введены термины «безотходные технологии» и «малоотходные технологии»? Приведите аналоги этих терминов, принятые в англоязычных странах.
15. *Какие основные принципы создания безотходных и малоотходных производств вам известны*
16. *Принципы организации рационального природопользования*
17. *Организация контроля состояния воздуха.*
18. *Какие органы входят в состав системы мониторинга.*
19. *Какие органы входят в состав Министерства природных ресурсов и экологии РФ?*
20. *Перечислите функции Федерального агентства водных ресурсов.*

21. Назовите объекты и параметры окружающей среды, за которыми организовано систематическое наблюдение.

22. Подлежит ли деятельность экспертных организаций лицензированию

Критерии оценивания компетенций

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно отвечает на вопросы базового и повышенного уровней, умеет тесно увязывать теорию с практикой, не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал дополнительной литературы, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он твердо знает материал как базового, так и повышенного уровней, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками сопоставления теории и практики.

Оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если он имеет знания только материала базового уровня, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при сопоставлении теории и практики.

Оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические задания. Отметка «неудовлетворительно» выставляется также, если обучающийся отказался отвечать на вопросы.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы

формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя собеседование по вопросам тем дисциплины.

Данное оценочное мероприятия проводится на каждом практическом и (или) семинарском занятии на основании материалов и знаний, полученных на лекциях, а также при изучении основной и дополнительной литературы. Для подготовки к данному оценочному мероприятию студенту необходимо подготовить устные ответы на вопросы собеседования, либо законспектировать данные ответы в тетрадь (не обязательно)

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования материалами лекций, основной и дополнительной литературы, а также интернет-ресурсов.

При проверке задания, оцениваются:

- правильность ответов;
- чёткое знание терминологии;
- умение грамотно, четко и последовательно излагать материал;
- использование дополнительной литературы при подготовке;
- умение анализировать теоретический материал и сопоставлять его с практикой;
- знание статистических данных об изучаемых процессах и явлениях;
- умение приводить конкретные примеры.

Оценочный лист проверки знаний (собеседование)

Критерии оценки	Оценка			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
правильность ответов				
чёткое знание терминологии				
умение грамотно, четко и последовательно излагать материал				
использование дополнительной литературы при				

подготовке				
умение анализировать теоретический материал и сопоставлять его с практикой				
знание статистических данных об изучаемых процессах и явлениях				
умение приводить конкретные примеры				

Подготовка доклада

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя представление доклада, оформленного в соответствии с требованиями, презентации по теме доклада и ответ на дополнительные вопросы (по теме доклада).

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо взять у преподавателя перечень тем докладов (1-я неделя обучения) и в течение 10 недель подготовить доклад и презентацию к нему.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования собственным докладом и презентацией, также техническими средствами отображения информации.

При проверке задания, оцениваются

- полнота раскрытия темы доклада;
- использование статистической информации;
- применение периодической литературы при написании доклада;
- устное изложение материала, умение его пояснять;
- оформление презентации;
- оригинальность материала;
- своевременность предоставления материала;
- умение отвечать на дополнительные вопросы

Темы докладов

Тема 4. Источники и особенности загрязнения окружающей сред

1. Проблемы утилизации твердых бытовых отходов
2. Опасность ядерной войны и ее глобальные экологические последствия
3. “Демографический взрыв” как ведущий фактор возникновения глобальных проблем человечества
4. Проблема сохранения биоразнообразия
5. Загрязнение Мирового океана⁸⁵

6. Деградация наземных экосистем и проблема нехватки пищевых ресурсов, современные пути решения проблем
7. Энергетическая проблема и альтернативные источники энергии
8. Истощение природных ресурсов
9. Кислотные дожди, их причины и методы устранения
10. “Озоновые дыры”, причины и последствия
11. “Парниковый эффект” и глобальные изменения климата
12. Экологические проблемы озера Байкал
13. Опустынивание
14. Гибель и вырубка лесов
15. Проблемы чистой воды
16. Зоны экологического риска и зоны чрезвычайной экологической ситуации
17. Экологический кризис и экологические конфликты
18. Экологическая безопасность в системе национальных интересов России
19. Ресурсосбережение и комплексное использование сырья – стратегия решения экологических проблем
20. Экологизация производства
21. Использование атмосферного воздуха в качестве ресурса для промышленности и транспорта
22. Использование отходов как вторичных материальных ресурсов
23. Глобальные экологические проблемы и развитые страны
24. Глобальные экологические проблемы и развивающиеся страны
25. Решение глобальных экологических проблем мировым сообществом

Тема 7. Система управления качеством окружающей природной среды

1. Экологический мониторинг РФ.
2. Мониторинг атмосферы.
3. Мониторинг биоты (на разных уровнях его проведения) на примере водной среды.
4. Мониторинг и контроль атмосферы промышленных районов Российской Федерации.

5. Мониторинг загрязнения водной среды рек Российской Федерации с помощью методов биоиндикации.
6. Мониторинг земельных участков.
7. Автоматизированные комплексы мониторинга среды обитания.
8. Система непрерывного мониторинга протяженных объектов для предотвращения экологического ущерба среды обитания.
9. Экологический мониторинг состояния природных вод в зоне техногенного воздействия.
10. Импактный мониторинг за эксплуатацией полигонов с твердыми бытовыми отходами и организация мониторинга в зоне захоронения отходов.
11. Мониторинг территорий нефтегазовых промыслов методом почвотестирования.
12. Система стандартов РФ по охране окружающей среды и нормативы ее качества.
13. Понятие, цели, объекты экологической экспертизы и порядок ее проведения.
14. Общественная экологическая экспертиза и экологический контроль.
15. Экономика природопользования, экозащитная техника и технология – основные требования.
16. Виды и особенности антропогенных воздействий на среду обитания. Природные ресурсы как основные факторы развития общества. Обоснование необходимости глобального перехода на ресурсосберегающие технологии.
17. Экологические права и обязанности. Экономика природопользования, экозащитная техника и технология – основные требования.
18. Государственная служба наблюдения за состоянием природной среды.
19. Наблюдения за радиоактивным загрязнением воздуха.
20. Возможные пути энергосбережения.

21. Рациональное природопользование. Что такое экологический мониторинг?

22. Биомониторинг.

23. Индикация общего газодымового загрязнения по продолжительности жизни хвои.

24. Программное обеспечение мониторинга и управления состоянием окружающей среды.

25. Мониторинг среды обитания как многоцелевая информационная система.

Общие требования к написанию доклада

Доклад выполняется рукописным или машинописным текстом с соблюдением правил оформления текстового материала проектной документации.

Доклад должен иметь титульный лист, на котором указываются название дисциплины, тема доклада, фамилия, имя, отчество исполнителя. Также в работе должны быть содержание с указанием индивидуального задания и список использованной литературы.

При наборе работы на компьютере текст должен иметь сплошную нумерацию страниц и следующие параметры:

- формат бумаги А4 (210×297 мм), бумага белая;
- поля: верхнее до нумерации стр. – 20 мм, нижнее и левое – 30 мм, правое – 15 мм;
- межстрочное расстояние – полуторное (т. е. на одной странице должно быть не более 29 строк и 60±2 знака в одной строке, учитывая пробелы);
- переплет 0 см;
- ориентация книжная;
- шрифт Times New Roman Cyr (Arial Cyr);

- размер шрифта 14 пунктов;
- красная строка – 1,25 см;
- формулы выравниваются по центру, их нумерация по правому краю в круглых скобках;
- рисунки нумеруются снизу (Рисунок 1 – Название), таблицы – сверху (таблица 1 – Название);
- страницы нумеруются сверху, по центру;
- необходимо различать в тексте дефис (-) (например, черно-белый, бизнес-план) и тире (–) (Alt + 0150);
- если вы используете кавычки, они должны иметь вид так называемых «ёлочек» (« »). Если в тексте встречаются внутренние и внешние кавычки, то они должны различаться, например: ООО «Издательство “Айрис-пресс”».

Отвечая на вопросы, не следует переписывать текст из книги, а излагать ответ кратко, по существу, на конкретно поставленный вопрос. При решении задачи необходимо записать ее условия и подробно изложить

Для оценки доклада студента применяются следующие критерии:

Оценка «отлично» выставляется студенту, если он исчерпывающе, последовательно, четко и логически верно раскрывает тему доклада, правильно применяет терминологию по тексту, использует современную литературу и нормативную документацию, оперирует статистическими данными, материал представлен в виде презентации с поясняющими схемами, таблицами и рисунками (при возможности), студент представил материал своевременно, изложил грамотно, доступно, с необходимыми пояснениями и ответил на дополнительные вопросы.

Оценка «хорошо» выставляется студенту, если он раскрыл тему доклада, правильно применяет терминологию по тексту, использует современную литературу и нормативную документацию, материал представлен в виде

презентации, студент представил материал своевременно, изложил грамотно, доступно, с необходимыми пояснениями.

Оценка *«удовлетворительно»* выставляется студенту, если он не полностью раскрыл тему доклада, путается в терминологии по тексту, использует современную литературу и нормативную документацию, презентация к докладу не представлена, студент представил материал несвоевременно, изложил неграмотно.

Оценка *«неудовлетворительно»* выставляется студенту, если он не раскрыл тему доклада, путается в терминологии по тексту, использует устаревшую литературу и нормативную документацию, презентация к докладу не представлена, студент представил материал несвоевременно. Отметка *«неудовлетворительно»* выставляется также, если обучающийся не предоставил доклад.

3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Процедура проведения данного оценочного мероприятия включает в себя представление презентации по теме доклада и ответ на дополнительные вопросы (если возникнут).

Для подготовки к данному оценочному мероприятию необходимо взять у преподавателя перечень тем докладов (1-я неделя обучения) и к назначенному занятию подготовить доклад и презентацию к нему.

При подготовке к ответу студенту предоставляется право пользования собственным докладом и презентацией, также техническими средствами отображения информации.

При проверке задания, оцениваются

- полнота раскрытия темы доклада;
- использование статистической информации;
- применение периодической литературы при написании доклада;
- устное изложение материала, умение его пояснять;

- оформление презентации;
- оригинальность материала;
- своевременность предоставления материала;
- умение отвечать на дополнительные вопросы

Оценочный лист проверки знаний (доклад)

Критерии оценки	Оценка			
	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	отлично
полнота раскрытия темы доклада				
использование статистической информации				
применение периодической литературы при написании доклада				
устное изложение материала, умение его пояснять				
оформление презентации				
оригинальность материала				
своевременность предоставления материала				
умение отвечать на дополнительные вопросы				

Литература

Перечень основной литературы:

1.. Латышенко К.П. Методы и приборы контроля качества среды [Электронный ресурс]: учебное пособие/ Латышенко К.П.— Электрон.текстовые данные.— Саратов: Вузовское образование, 2019.— 437 с.— Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/79645.html>.— ЭБС «IPRbooks»

2. Бояринова С.П. Мониторинг среды обитания [Электронный ресурс] : учебное пособие / С.П. Бояринова. — Электрон.текстовые данные. — Железногорск: Сибирская пожарно-спасательная академия ГПС МЧС России, 2017. — 130 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/66912.html>

Перечень дополнительной литературы:

1. Мониторинг и охрана городской среды : учеб.-метод. пособие : специальность 120300 – Городской кадастр / авт.-сост. В. В. Мовсесова ; М-во образования и науки Рос. Федерации, ГОУ ВПО "Ставроп. гос. ун-т". – Ставрополь : Изд-во СГУ, 2011. – 30 с.

2. Бетенеков Н.Д. Радиоэкологический мониторинг [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Д. Бетенеков. — Электрон.текстовые данные. — Екатеринбург: Уральский федеральный университет, 2014. — 208 с. — 978-5-7996-1309-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/65979.html>

3. Экологический мониторинг [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Т.Я. Ашихмина [и др.]. — Электрон.текстовые данные. — М. : Академический Проект, Альма Матер, 2016. — 416 с. — 978-5-8291-2505-9. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/60099.html>

4. Шамраев А.В. Экологический мониторинг и экспертиза [Электронный ресурс] : учебное пособие / А.В. Шамраев. — Электрон.текстовые данные. — Оренбург: Оренбургский государственный университет, ЭБС АСВ, 2014. — 141 с. — 2227-8397. — Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24348.html>

5. Тихонова, И. О. Экологический мониторинг атмосферы : учеб.пособие для вузов / И.О. Тихонова, В.В. Тарасов, Н.Е. Кручинина. – 2-е изд., перераб. и доп. – Москва : ФОРУМ : ИНФРА-М, 2014. – 131 с. : ил. ; 21. – Гриф: Доп. УМО. – Библиогр.: с. 129. – ISBN 978-5-91134-667-6. – ISBN 978-5-16-006032-3

Перечень учебно-методического обеспечения по дисциплине

7. Методические указания к практическим занятиям по дисциплине «Мониторинг среды обитания» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Соколова

8. Методические указания к лабораторным работам по дисциплине «Мониторинга среды обитания» для студентов направления подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность / сост. Е.В. Соколова

9. Методические указания по организации самостоятельной работы по дисциплине «Мониторинга среды обитания» для студентов направления

