МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

по дисциплине
ГЕОДЕЗИЯ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Составитель: Борисова Ю.С.

Одобрена на заседании кафедры

Геодезии и кадастров
(название кафедры)

Зав. кафедрой _____
(подпись)

Акулова Е.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 09.09.2024
(Дата)

ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
Сертификат: 00899356C4B8E7194321D0149160B2398C
Владелец: Зубов Владимир Владимирович
Действителен: с 26.06.2024 до 19.09.2025

Рассмотрена методической комиссией факультета

Инженерно-экономического
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

	Стр.
1.Общие положения …….	**3**
2. Требования к уровню освоения образовательной программы……	**4**
3. Внутренние факторы, способствующие активизации самостоятельной работы	**4**
4. Виды самостоятельной работы …….	**5**
5. Организация СРС…….	**7**
6. Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы……	**17**
7. Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов……	**23**
8. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста…….	**27**
Список используемой литературы……	**28**

1. Общие положения

Самостоятельная работа студентов в ВУЗе является важным видом учебной и научной деятельности студента. Самостоятельная работа студентов играет значительную роль в рейтинговой технологии обучения. Государственным стандартом предусматривается, как правило, 50% часов из общей трудоемкости дисциплины на самостоятельную работу студентов (далее СРС). В связи с этим, обучение в ВУЗе включает в себя две, практически одинаковые по объему и взаимовлиянию части – процесса обучения и процесса самообучения. Поэтому СРС должна стать эффективной и целенаправленной работой студента.

Самостоятельная работа студентов - это любая деятельность, связанная с воспитанием мышления будущего профессионала. Любой вид занятий, создающий условия для зарождения самостоятельной мысли, познавательной активности студента связан с самостоятельной работой. В широком смысле под самостоятельной работой следует понимать совокупность всей самостоятельной деятельности студентов как в учебной аудитории, так и вне её, в контакте с преподавателем и в его отсутствии.

Самостоятельная работа студентов – это средство вовлечения студента в самостоятельную познавательную деятельность, формирующую у него психологическую потребность в систематическом самообразовании.

Сущность самостоятельной работы студентов как специфической педагогической конструкции определяется особенностями поставленных в ней учебно-познавательных задач. Следовательно, самостоятельная работа – это не просто самостоятельная деятельность по усвоению учебного материала, а особая система условий обучения, организуемых преподавателем.

Основные задачи самостоятельной работы:

- развитие и привитие навыков студентам самостоятельной учебной работы и формирование потребностей в самообразовании;

- освоение содержания дисциплины в рамках тем, выносимых на самостоятельное изучение студента;

- осознание, углубление содержания и основных положений курса в ходе конспектирования материала на лекциях, отработки в ходе подготовки к семинарским и практическим занятиям;

- использование материала, собранного и полученного в ходе самостоятельных занятий, при написании курсовых и дипломной работ, для эффективной подготовки к итоговым зачетам и экзаменам.

Активная самостоятельная работа студентов возможна только при наличии серьезной и устойчивой мотивации. Самый сильный мотивирующий фактор - подготовка к дальнейшей эффективной профессиональной деятельности.

2. Требования к уровню освоения образовательной программы «Картография»

Цель дисциплины: формирование научного и практического представления о средствах и методах геодезических работ при топографо-геодезических изысканиях; овладение навыков определения пространственно-геометрического положения объектов, выполнения необходимых геодезических и маркшейдерских измерений, обработки и интерпретации их результатов.

Место дисциплины в структуре ОПОП: Дисциплина **«Геодезия»** является дисциплиной базовой части Блока 1 «Дисциплины» учебного плана по направлению подготовки ***20.03.01 Техносферная безопасность***.

3. Внутренние факторы, способствующие активизации самостоятельной работы

Среди них можно выделить следующие:

1. Полезность выполняемой работы. Если студент знает, что результаты его работы будут использованы в лекционном курсе, в методическом пособии, в лабораторном практикуме, при подготовке публикации или иным образом, то отношение к выполнению задания существенно меняется в лучшую сторону и качество выполняемой работы возрастает. При этом важно психологически настроить студента, показать ему, как необходима выполняемая работа.

Другим вариантом использования фактора полезности является активное применение результатов работы в профессиональной подготовке. Так, например, если студент получил задание на дипломную (квалификационную) работу на одном из младших курсов, он может выполнять самостоятельные задания по ряду дисциплин гуманитарного и социально-экономического, естественно-научного и общепрофессионального циклов дисциплин, которые затем войдут как разделы в его квалификационную работу.

Материальные стимулирующие факторы могут выражаться в надбавках к основной стипендии, номинированные на именные стипендии, участие в конкурсах научно-исследовательских работ, где в качестве приза могут выступать материальные поощрения.

2. Участие студентов в творческой деятельности. Это может быть участие в научно-исследовательской, опытно-конструкторской или методической работе, проводимой на кафедре.

3. Участие в олимпиадах по учебным дисциплинам, конкурсах научно-исследовательских или прикладных работ и т.д.

4. Использование мотивирующих факторов контроля знаний (накопительные оценки, рейтинг, тесты, нестандартные экзаменационные процедуры). Эти факторы при определенных условиях могут вызвать стремление к состязательности, что само по себе является сильным мотивационным фактором самосовершенствования студента.

5. Поощрение студентов за успехи в учебе и творческой деятельности (стипендии, премирование, поощрительные баллы) и санкции за плохую учебу. Например, за работу, сданную раньше срока, можно проставлять повышенную оценку, а в противном случае ее снижать.

6. Индивидуализация заданий, выполняемых как в аудитории, так и вне ее, постоянное их обновление.

7. Мотивационным фактором в интенсивной учебной работе и, в первую очередь, самостоятельной является личность преподавателя. Преподаватель может быть примером для студента как профессионал, как творческая личность. Преподаватель может и должен помочь студенту раскрыть свой творческий потенциал, определить перспективы своего внутреннего роста.

4. Виды самостоятельной работы

В образовательном процессе высшего профессионального образовательного учреждения выделяется два вида самостоятельной работы – аудиторная, под руководством преподавателя, и внеаудиторная. Тесная взаимосвязь этих видов работ предусматривает дифференциацию и эффективность результатов ее выполнения и зависит от организации, содержания, логики учебного процесса (межпредметных связей, перспективных знаний и др.):

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа выполняется студентом по заданию преподавателя, но без его непосредственного участия.

Основными видами самостоятельной работы студентов без участия преподавателей являются:

— формирование и усвоение содержания конспекта лекций на базе рекомендованной лектором учебной литературы, включая информационные образовательные ресурсы (электронные учебники, электронные библиотеки и др.);

— написание рефератов;

— подготовка к лабораторным работам, их оформление;

— выполнение микроисследований;

— подготовка практических разработок;

— выполнение домашних заданий в виде решения отдельных задач, проведения типовых расчетов, расчетно-компьютерных и индивидуальных работ по отдельным разделам содержания дисциплин и т.д.;

— выполнение конкретного задания в период прохождения учебной практики;

— компьютерный текущий самоконтроль и контроль успеваемости на базе электронных обучающих и аттестующих тестов;

— подготовка докладов и презентаций для конкурсов НИРС и конкурсов профессионального мастерства;

— подготовка к контрольным мероприятиям, таким как текущий контроль знаний в виде проверочных тестов или расчетно-графических работ, зачетов, экзаменов;

— выполнение курсовой работы или проекта;

— подготовка выпускной квалификационной работы.

Основными видами самостоятельной работы студентов с участием преподавателей являются:

— текущие консультации;

— прием и разбор домашних заданий (в часы практических занятий);

— прием и защита лабораторных работ (во время проведения л/р);

— выполнение курсовых работ (проектов) в рамках дисциплин (руководство, консультирование и защита курсовых работ (в часы, предусмотренные учебным планом);

— выполнение учебно-исследовательской работы (руководство, консультирование и защита УИРС);

— прохождение и оформление результатов практик (руководство и оценка уровня сформированности профессиональных умений и навыков);

— выполнение выпускной квалификационной работы (руководство, консультирование и защита выпускных квалификационных работ) и др.

5. Организация СРС

Аудиторная самостоятельная работа может реализовываться при проведении практических занятий, семинаров, выполнении лабораторного практикума и во время чтения лекций.

При чтении лекционного курса непосредственно в аудитории контролируется усвоение материала основной массой студентов путем проведения экспресс-опросов по конкретным темам, тестового контроля знаний, опроса студентов и т.д.

На практических и лабораторных занятиях различные виды СРС позволяют сделать процесс обучения более интересным и поднять активность значительной части студентов в группе.

На практических занятиях не менее 1 часа из двух (50% времени) отводится на самостоятельное решение задач. Лабораторные занятия строятся следующим образом:

1. Вводное слово преподавателя (цели занятия, основные вопросы, которые должны быть рассмотрены).

2. Беглый опрос.

3. Решение 1-2 типовых задач.

4. Самостоятельное решение задач.

5. Проверка решения задач с обязательной работой над ошибками. Лабораторная или практическая работа считается выполненной при условии отсутствия ошибок.

Для проведения занятий необходимо иметь большой банк заданий и задач для самостоятельного решения, причем эти задания могут быть дифференцированы по степени сложности. В зависимости от дисциплины или от ее раздела можно использовать два пути:

1. Давать определенное количество задач для самостоятельного решения, равных по трудности, а оценку ставить за количество решенных за определенное время задач.

2. Выдавать задания с задачами разной трудности и оценку ставить за трудность решенной задачи.

По результатам самостоятельного решения задач следует выставлять по каждому занятию оценку.

При проведении лабораторных работ и учебных практик студенты могут выполнять СРС как индивидуально, так и малыми группами, каждая из которых разрабатывает свою задачу. Выполненная задача затем рецензируется преподавателем и членами бригады. Публичное обсуждение и защита своего варианта повышают роль СРС и усиливают стремление к ее качественному выполнению. Данная система организации практических занятий позволяет вводить в задачи научно-исследовательские элементы, упрощать или усложнять задания.

Активность работы студентов на обычных практических занятиях может быть усилена введением новой формы СРС, сущность которой состоит в том, что на каждую задачу студент получает свое индивидуальное задание (вариант), при этом условие задачи для всех студентов одинаковое, а исходные данные различны. Перед началом выполнения задачи преподаватель дает лишь общие методические указания (общий порядок решения, точность и единицы измерения определенных величин, имеющиеся справочные материалы и т.п.). Выполнение СРС на занятиях с проверкой результатов преподавателем приучает студентов грамотно и правильно выполнять технические расчеты, пользоваться вычислительными средствами и справочными данными. Изучаемый материал усваивается более глубоко, у студентов меняется отношение к лекциям, так как без понимания теории предмета, без хорошего конспекта трудно рассчитывать на успех в решении задачи. Это улучшает посещаемость как практических, так и лекционных занятий.

Выполнение лабораторного практикума, как и другие виды учебной деятельности, содержит много возможностей применения активных методов обучения и организации СРС на основе индивидуального подхода.

Любая лабораторная работа должна включать глубокую самостоятельную проработку теоретического материала, изучение методик проведения и планирование эксперимента, освоение измерительных средств, обработку и интерпретацию экспериментальных данных. При этом часть работ может не носить обязательный характер, а выполняться в рамках самостоятельной работы по курсу. В ряд работ целесообразно включить разделы с дополнительными элементами научных исследований, которые потребуют углубленной самостоятельной проработки теоретического материала.

Разработка комплекса методического обеспечения учебного процесса является важнейшим условием эффективности самостоятельной работы студентов. К такому комплексу следует отнести тексты лекций, учебные и методические пособия, лабораторные практикумы, банки заданий и задач, сформулированных на основе реальных данных, банк расчетных, моделирующих,

тренажерных программ и программ для самоконтроля, автоматизированные обучающие и контролирующие системы, информационные базы дисциплины или группы родственных дисциплин и другое. Это позволит организовать проблемное обучение, в котором студент является равноправным участником учебного процесса.

Результативность самостоятельной работы студентов во многом определяется наличием активных методов ее контроля. Существуют следующие виды контроля:

- входной контроль знаний и умений студентов при начале изучения очередной дисциплины;

- текущий контроль, то есть регулярное отслеживание уровня усвоения материала на лекциях, практических и лабораторных занятиях;

- промежуточный контроль по окончании изучения раздела или модуля курса;

- самоконтроль, осуществляемый студентом в процессе изучения дисциплины при подготовке к контрольным мероприятиям;

- итоговый контроль по дисциплине в виде зачета или экзамена;

- контроль остаточных знаний и умений спустя определенное время после завершения изучения дисциплины.

В последние годы наряду с традиционными формами контроля - коллоквиумами, зачетами, экзаменами достаточно широко вводятся новые методы, то есть организация самостоятельной работы студентов производится на основе современных образовательных технологий. В качестве такой технологии в современной практике высшего профессионального образования часто рассматривается рейтинговая система обучения, позволяющая студенту и преподавателю выступать в виде субъектов образовательной деятельности, т.е. являться партнерами.

Тестовый контроль знаний и умений студентов, который отличается объективностью, экономит время преподавателя, в значительной мере освобождает его от рутинной работы и позволяет в большей степени сосредоточиться на творческой части преподавания, обладает высокой степенью дифференциации испытуемых по уровню знаний и умений и очень эффективен при реализации рейтинговых систем, дает возможность в значительной мере индивидуализировать процесс обучения путем подбора индивидуальных заданий для практических занятий, индивидуальной и самостоятельной работы, позволяет прогнозировать темпы и результативность обучения каждого студента.

Тестирование помогает преподавателю выявить структуру знаний студентов и на этой основе переоценить методические подходы к обучению по дисциплине, индивидуализировать процесс обучения. Весьма эффективно использование тестов непосредственно в процессе обучения, при самостоятельной работе студентов. В этом случае студент сам проверяет свои знания. Не ответив сразу на тестовое задание, студент получает подсказку, разъясняющую логику задания и выполняет его второй раз.

Следует отметить и все шире проникающие в учебный процесс автоматизированные обучающие и обучающе-контролирующие системы, которые позволяют студенту самостоятельно изучать ту или иную дисциплину и одновременно контролировать уровень усвоения материала.

Методические рекомендации для студентов по отдельным формам самостоятельной работы.

С первых же сентябрьских дней на студента обрушивается громадный объем информации, которую необходимо усвоить. Нужный материал содержится не только в лекциях (запомнить его – это только малая часть задачи), но и в учебниках, книгах, статьях. Порой возникает необходимость привлекать информационные ресурсы Интернет.

Система вузовского обучения подразумевает значительно большую самостоятельность студентов в планировании и организации своей деятельности. Вчерашнему школьнику сделать это бывает весьма непросто: если в школе ежедневный контроль со стороны учителя заставлял постоянно и систематически готовиться к занятиям, то в вузе вопрос об уровне знаний вплотную встает перед студентом только в период сессии. Такая ситуация оборачивается для некоторых соблазном весь семестр посвятить свободному времяпрепровождению («когда будет нужно – выучу!»), а когда приходит пора экзаменов, материала, подлежащего усвоению, оказывается так много, что никакая память не способна с ним справиться в оставшийся промежуток времени.

Работа с книгой.

При работе с книгой необходимо подобрать литературу, научиться правильно ее читать, вести записи. Для подбора литературы в библиотеке используются алфавитный и систематический каталоги.

Важно помнить, что рациональные навыки работы с книгой - это всегда большая экономия времени и сил.

Правильный подбор учебников рекомендуется преподавателем, читающим лекционный курс. Необходимая литература может быть также указана в методических разработках по данному курсу.

Изучая материал по учебнику, следует переходить к следующему вопросу только после правильного уяснения предыдущего, описывая на бумаге все выкладки и вычисления (в том числе те, которые в учебнике опущены или на лекции даны для самостоятельного вывода).

При изучении любой дисциплины большую и важную роль играет самостоятельная индивидуальная работа.

Особое внимание следует обратить на определение основных понятий курса. Студент должен подробно разбирать примеры, которые поясняют такие определения, и уметь строить аналогичные примеры самостоятельно. Нужно добиваться точного представления о том, что изучаешь. Полезно составлять опорные конспекты. При изучении материала по учебнику полезно в тетради (на специально отведенных полях) дополнять конспект лекций. Там же следует отмечать вопросы, выделенные студентом для консультации с преподавателем.

Выводы, полученные в результате изучения, рекомендуется в конспекте выделять, чтобы они при перечитывании записей лучше запоминались.

Опыт показывает, что многим студентам помогает составление листа опорных сигналов, содержащего важнейшие и наиболее часто употребляемые формулы и понятия. Такой лист помогает запомнить формулы, основные положения лекции, а также может служить постоянным справочником для студента.

Различают два вида чтения; первичное и вторичное. Первичное - эти внимательное, неторопливое чтение, при котором можно остановиться на трудных местах. После него не должно остаться ни одного непонятного олова. Содержание не всегда может быть понятно после первичного чтения.

Задача вторичного чтения полное усвоение смысла целого (по счету это чтение может быть и не вторым, а третьим или четвертым).

Правила самостоятельной работы с литературой. Как уже отмечалось, самостоятельная работа с учебниками и книгами (а также самостоятельное теоретическое исследование проблем, обозначенных преподавателем на лекциях) – это важнейшее условие формирования у себя научного способа познания. Основные советы здесь можно свести к следующим:

• Составить перечень книг, с которыми Вам следует познакомиться; «не старайтесь запомнить все, что вам в ближайшее время не понадобится, – советует студенту и молодому ученому Г. Селье, – запомните только, где это можно отыскать» (Селье, 1987. С. 325).

• Сам такой перечень должен быть систематизированным (что необходимо для семинаров, что для экзаменов, что пригодится для написания курсовых и дипломных работ, а что Вас интересует за рамками официальной учебной деятельности, то есть что может расширить Вашу общую культуру...).

• Обязательно выписывать все выходные данные по каждой книге (при написании курсовых и дипломных работ это позволит очень сэкономить время).
• Разобраться для себя, какие книги (или какие главы книг) следует прочитать более внимательно, а какие – просто просмотреть.

• При составлении перечней литературы следует посоветоваться с преподавателями и научными руководителями (или даже с более подготовленными и эрудированными сокурсниками), которые помогут Вам лучше сориентироваться, на что стоит обратить большее внимание, а на что вообще не стоит тратить время...

•Естественно, все прочитанные книги, учебники и статьи следует конспектировать, но это не означает, что надо конспектировать «все подряд»: можно выписывать кратко основные идеи автора и иногда приводить наиболее яркие и показательные цитаты (с указанием страниц).

• Если книга – Ваша собственная, то допускается делать на полях книги краткие пометки или же в конце книги, на пустых страницах просто сделать свой «предметный указатель», где

отмечаются наиболее интересные для Вас мысли и обязательно указываются страницы в тексте автора (это очень хороший совет, позволяющий экономить время и быстро находить «избранные» места в самых разных книгах).

• Если Вы раньше мало работали с научной литературой, то следует выработать в себе способность «воспринимать» сложные тексты; для этого лучший прием – научиться «читать медленно», когда Вам понятно каждое прочитанное слово (а если слово незнакомое, то либо с помощью словаря, либо с помощью преподавателя обязательно его узнать), и это может занять немалое время (у кого-то – до нескольких недель и даже месяцев); опыт показывает, что после этого студент каким-то «чудом» начинает буквально заглатывать книги и чуть ли не видеть «сквозь обложку», стоящая это работа или нет...

• «Либо читайте, либо перелистывайте материал, но не пытайтесь читать быстро... Если текст меня интересует, то чтение, размышление и даже фантазирование по этому поводу сливаются в единый процесс, в то время как вынужденное скорочтение не только не способствует качеству чтения, но и не приносит чувства удовлетворения, которое мы получаем, размышляя о прочитанном», – советует Г. Селье (Селье, 1987. – С. 325-326).

• Есть еще один эффективный способ оптимизировать знакомство с научной литературой – следует увлечься какой-то идеей и все книги просматривать с точки зрения данной идеи. В этом случае студент (или молодой ученый) будет как бы искать аргументы «за» или «против» интересующей его идеи, и одновременно он будет как бы общаться с авторами этих книг по поводу своих идей и размышлений... Проблема лишь в том, как найти «свою» идею...

Чтение научного текста является частью познавательной деятельности. Ее цель – извлечение из текста необходимой информации. От того на сколько осознанна читающим собственная внутренняя установка при обращении к печатному слову (найти нужные сведения, усвоить информацию полностью или частично, критически проанализировать материал и т.п.) во многом зависит эффективность осуществляемого действия.

Выделяют четыре основные установки в чтении научного текста:

- информационно-поисковый (задача – найти, выделить искомую информацию)
- усваивающая (усилия читателя направлены на то, чтобы как можно полнее осознать и запомнить как сами сведения излагаемые автором, так и всю логику его рассуждений)
- аналитико-критическая (читатель стремится критически осмыслить материал, проанализировав его, определив свое отношение к нему)
- творческая (создает у читателя готовность в том или ином виде – как отправной пункт для своих рассуждений, как образ для действия по аналогии и т.п. – использовать суждения автора, ход его мыслей, результат наблюдения, разработанную методику, дополнить их, подвергнуть новой проверке).

С наличием различных установок обращения к научному тексту связано существование и нескольких ***видов чтения***:

1. библиографическое – просматривание карточек каталога, рекомендательных списков, сводных списков журналов и статей за год и т.п.;

2. просмотровое – используется для поиска материалов, содержащих нужную информацию, обычно к нему прибегают сразу после работы со списками литературы и каталогами, в результате такого просмотра читатель устанавливает, какие из источников будут использованы в дальнейшей работе;

3. ознакомительное – подразумевает сплошное, достаточно подробное прочтение отобранных статей, глав, отдельных страниц, цель – познакомиться с характером информации, узнать, какие вопросы вынесены автором на рассмотрение, провести сортировку материала;

4. изучающее – предполагает доскональное освоение материала; в ходе такого чтения проявляется доверие читателя к автору, готовность принять изложенную информацию, реализуется установка на предельно полное понимание материала;

5. аналитико-критическое и творческое чтение – два вида чтения близкие между собой тем, что участвуют в решении исследовательских задач. Первый из них предполагает направленный критический анализ, как самой информации, так и способов ее получения и подачи автором; второе – поиск тех суждений, фактов, по которым или в связи с которыми, читатель считает нужным высказать собственные мысли.

Из всех рассмотренных видов чтения основным для студентов является изучающее – именно оно позволяет в работе с учебной литературой накапливать знания в различных областях. Вот почему именно этот вид чтения в рамках учебной деятельности должен быть освоен в первую очередь. Кроме того, при овладении данным видом чтения формируются основные приемы, повышающие эффективность работы с научным текстом.

Основные виды систематизированной записи прочитанного:

1. Аннотирование – предельно краткое связное описание просмотренной или прочитанной книги (статьи), ее содержания, источников, характера и назначения;

2. Планирование – краткая логическая организация текста, раскрывающая содержание и структуру изучаемого материала;

3. Тезирование – лаконичное воспроизведение основных утверждений автора без привлечения фактического материала;

4. Цитирование – дословное выписывание из текста выдержек, извлечений, наиболее существенно отражающих ту или иную мысль автора;

5. Конспектирование – краткое и последовательное изложение содержания прочитанного.

Конспект – сложный способ изложения содержания книги или статьи в логической последовательности. Конспект аккумулирует в себе предыдущие виды записи, позволяет

всесторонне охватить содержание книги, статьи. Поэтому умение составлять план, тезисы, делать выписки и другие записи определяет и технологию составления конспекта.

Методические рекомендации по составлению конспекта:

1. Внимательно прочитайте текст. Уточните в справочной литературе непонятные слова. При записи не забудьте вынести справочные данные на поля конспекта;
2. Выделите главное, составьте план;
3. Кратко сформулируйте основные положения текста, отметьте аргументацию автора;
4. Законспектируйте материал, четко следуя пунктам плана. При конспектировании старайтесь выразить мысль своими словами. Записи следует вести четко, ясно.
5. Грамотно записывайте цитаты. Цитируя, учитывайте лаконичность, значимость мысли.

В тексте конспекта желательно приводить не только тезисные положения, но и их доказательства. При оформлении конспекта необходимо стремиться к емкости каждого предложения. Мысли автора книги следует излагать кратко, заботясь о стиле и выразительности написанного. Число дополнительных элементов конспекта должно быть логически обоснованным, записи должны распределяться в определенной последовательности, отвечающей логической структуре произведения. Для уточнения и дополнения необходимо оставлять поля.

Овладение навыками конспектирования требует от студента целеустремленности, повседневной самостоятельной работы.

Выполняя самостоятельную работу под контролем преподавателя

студент должен:

– освоить минимум содержания, выносимый на самостоятельную работу студентов и предложенный преподавателем в соответствии с Государственными образовательными стандартами высшего профессионального образования (ГОС ВПО/ГОС СПО) по данной дисциплине.

– планировать самостоятельную работу в соответствии с графиком самостоятельной работы, предложенным преподавателем.

– самостоятельную работу студент должен осуществлять в организационных формах, предусмотренных учебным планом и рабочей программой преподавателя.

– выполнять самостоятельную работу и отчитываться по ее результатам в соответствии с графиком представления результатов, видами и сроками отчетности по самостоятельной работе студентов.

студент может:

сверх предложенного преподавателем (при обосновании и согласовании с ним) и минимума обязательного содержания, определяемого ГОС ВПО/ГОС СПО по данной дисциплине:

– самостоятельно определять уровень (глубину) проработки содержания материала;

– предлагать дополнительные темы и вопросы для самостоятельной проработки;

– в рамках общего графика выполнения самостоятельной работы предлагать обоснованный индивидуальный график выполнения и отчетности по результатам самостоятельной работы;

– предлагать свои варианты организационных форм самостоятельной работы;

– использовать для самостоятельной работы методические пособия, учебные пособия, разработки сверх предложенного преподавателем перечня;

– использовать не только контроль, но и самоконтроль результатов самостоятельной работы в соответствии с методами самоконтроля, предложенными преподавателем или выбранными самостоятельно.

Самостоятельная работа студентов должна оказывать важное влияние на формирование личности будущего специалиста, она планируется студентом самостоятельно. Каждый студент самостоятельно определяет режим своей работы и меру труда, затрачиваемого на овладение учебным содержанием по каждой дисциплине. Он выполняет внеаудиторную работу по личному индивидуальному плану, в зависимости от его подготовки, времени и других условий.

6. Деятельность студентов по формированию и развитию навыков учебной самостоятельной работы

В процессе самостоятельной работы студент приобретает навыки самоорганизации, самоконтроля, самоуправления, саморефлексии и становится активным самостоятельным субъектом учебной деятельности.

Основной формой самостоятельной работы студента является изучение конспекта лекций, их дополнение, рекомендованной литературы, активное участие на практических и семинарских занятиях. Но для успешной учебной деятельности, ее интенсификации, необходимо учитывать следующие субъективные факторы:

1. Знание школьного программного материала, наличие прочной системы зияний, необходимой для усвоения основных вузовских курсов. Это особенно важно для математических дисциплин. Необходимо отличать пробелы в знаниях, затрудняющие усвоение нового материала, от малых способностей. Затратив силы на преодоление этих пробелов, студент обеспечит себе нормальную успеваемость и поверит в свои способности.

2. Наличие умений, навыков умственного труда:

а) умение конспектировать на лекции и при работе с книгой;

б) владение логическими операциями: сравнение, анализ, синтез, обобщение, определение понятий, правила систематизации и классификации.

3. Специфика познавательных психических процессов: внимание, память, речь, наблюдательность, интеллект и мышление. Слабое развитие каждого из них становится серьезным препятствием в учебе.

4. Хорошая работоспособность, которая обеспечивается нормальным физическим состоянием. Ведь серьезное учение - это большой многосторонний и разнообразный труд. Результат обучения оценивается не количеством сообщаемой информации, а качеством ее усвоения, умением ее использовать и развитием у себя способности к дальнейшему самостоятельному образованию.

5. Соответствие избранной деятельности, профессии индивидуальным способностям. Необходимо выработать у себя умение саморегулировать свое эмоциональное состояние и устранять обстоятельства, нарушающие деловой настрой, мешающие намеченной работе.

6. Овладение оптимальным стилем работы, обеспечивающим успех в деятельности. Чередование труда и пауз в работе, периоды отдыха, индивидуально обоснованная норма продолжительности сна, предпочтение вечерних или утренних занятий, стрессоустойчивость на экзаменах и особенности подготовки к ним,

7. Уровень требований к себе, определяемый сложившейся самооценкой.

Адекватная оценка знаний, достоинств, недостатков - важная составляющая самоорганизации человека, без нее невозможна успешная работа по управлению своим поведением, деятельностью.

Одна из основных особенностей обучения в высшей школе заключается в том, что постоянный внешний контроль заменяется самоконтролем, активная роль в обучении принадлежит уже не столько преподавателю, сколько студенту.

Зная основные методы научной организации умственного труда, можно при наименьших затратах времени, средств и трудовых усилий достичь наилучших результатов.

Эффективность усвоения поступающей информации зависит от работоспособности человека в тот или иной момент его деятельности.

Работоспособность - способность человека к труду с высокой степенью напряженности в течение определенного времени. Различают внутренние и внешние факторы работоспособности.

К внутренним факторам работоспособности относятся интеллектуальные особенности, воля, состояние здоровья.

К внешним:

- организация рабочего места, режим труда и отдыха;

- уровень организации труда - умение получить справку и пользоваться информацией;

- величина умственной нагрузки.

Выдающийся русский физиолог Н. Е. Введенский выделил следующие условия продуктивности умственной деятельности:

- во всякий труд нужно входить постепенно;

- мерность и ритм работы. Разным людям присущ более или менее разный темп работы;

- привычная последовательность и систематичность деятельности;

- правильное чередование труда и отдыха.

Отдых не предполагает обязательного полного бездействия со стороны человека, он может быть достигнут простой переменой дела. В течение дня работоспособность изменяется. Наиболее плодотворным является *утреннее время (с 8 до 14 часов),* причем максимальная работоспособность приходится на период с 10 до 13 часов, затем *послеобеденное* - (с 16 до 19 часов) и *вечернее* (с 20 до 24 часов). Очень трудный для понимания материал лучше изучать в начале каждого отрезка времени (лучше всего утреннего) после хорошего отдыха. Через 1-1,5 часа нужны перерывы по 10 - 15 мин, через 3 - 4 часа работы отдых должен быть продолжительным - около часа.

Составной частью научной организации умственного труда является овладение техникой умственного труда.

Физически здоровый молодой человек, обладающий хорошей подготовкой и нормальными способностями, должен, будучи студентом, отдавать *учению 9-10 часов в день* (из них 6 часов в вузе и 3 - 4 часа дома). Любой предмет нельзя изучить за несколько дней перед экзаменом. Если студент в году работает систематически, то он быстро все вспомнит, восстановит забытое. Если же подготовка шла аврально, то у студента не будет даже общего представления о предмете, он забудет все сданное.

Следует взять за правило: *учиться ежедневно, начиная с первого дня семестра*.

Время, которым располагает студент для выполнения учебного плана, складывается из двух составляющих: одна из них - это аудиторная работа в вузе по расписанию занятий, другая - внеаудиторная самостоятельная работа. Задания и материалы для самостоятельной работы выдаются во время учебных занятий по расписанию, на этих же занятиях преподаватель осуществляет контроль за самостоятельной работой, а также оказывает помощь студентам по правильной организации работы.

Чтобы выполнить весь объем самостоятельной работы, необходимо заниматься по 3 - 5 часов ежедневно. Начинать самостоятельные внеаудиторные занятия следует с первых же дней семестра, пропущенные дни будут потеряны безвозвратно, компенсировать их позднее усиленными занятиями без снижения качества работы и ее производительности невозможно. Первые дни семестра очень важны для того, чтобы включиться в работу, установить определенный порядок, равномерный ритм на весь семестр. Ритм в работе - это ежедневные самостоятельные занятия, желательно в одни и те же часы, при целесообразном чередовании занятий с перерывами для отдыха. Вначале для того, чтобы организовать ритмичную работу, требуется сознательное напряжение воли. Как только человек втянулся в работу, принуждение снижается, возникает привычка, работа становится потребностью.

Если порядок в работе и ее ритм установлены правильно, то студент изо дня в день может работать, не снижая своей производительности и не перегружая себя. Правильная смена одного вида работы другим позволяет отдыхать, не прекращая работы.

Таким образом, первая задача организации внеаудиторной самостоятельной работы – это составление расписания, которое должно отражать время занятий, их характер (теоретический курс, практические занятия, графические работы, чтение), перерывы на обед, ужин, отдых, сон, проезд и т.д. Расписание не предопределяет содержания работы, ее содержание неизбежно будет изменяться в течение семестра. Порядок же следует закрепить на весь семестр и приложить все усилия, чтобы поддерживать его неизменным (кроме исправления ошибок в планировании, которые могут возникнуть из-за недооценки объема работы или переоценки своих сил).

При однообразной работе человек утомляется больше, чем при работе разного характера. Однако не всегда целесообразно заниматься многими учебными дисциплинами в один и тот же день, так как при каждом переходе нужно вновь сосредоточить внимание, что может привести к потере времени. Наиболее целесообразно ежедневно работать не более чем над двумя-тремя дисциплинами.

Начиная работу, не нужно стремиться делать вначале самую тяжелую ее часть, надо выбрать что-нибудь среднее по трудности, затем перейти к более трудной работе. И напоследок оставить легкую часть, требующую не столько больших интеллектуальных усилий, сколько определенных моторных действий (черчение, построение графиков и т.п.).

Самостоятельные занятия потребуют интенсивного умственного труда, который необходимо не только правильно организовать, но и стимулировать. При этом очень важно уметь поддерживать устойчивое внимание к изучаемому материалу. Выработка внимания требует значительных волевых усилий. Именно поэтому, если студент замечает, что он часто отвлекается во время самостоятельных занятий, ему надо заставить себя сосредоточиться. Подобную процедуру необходимо проделывать постоянно, так как это является тренировкой внимания. Устойчивое внимание появляется тогда, когда человек относится к делу с интересом.

Следует правильно организовать свои занятия по времени: 50 минут - работа, 5-10 минут - перерыв; после 3 часов работы перерыв - 20-25 минут. Иначе нарастающее утомление повлечет неустойчивость внимания. Очень существенным фактором, влияющим на повышение умственной работоспособности, являются систематические занятия физической культурой. Организация активного отдыха предусматривает чередование умственной и физической деятельности, что полностью восстанавливает работоспособность человека.

Самопроверка.

После изучения определенной темы по записям в конспекте и учебнику, а также решения достаточного количества соответствующих задач на практических занятиях и самостоятельно студенту рекомендуется, используя лист опорных сигналов, воспроизвести по памяти определения, выводы формул, формулировки основных положений и доказательств.

В случае необходимости нужно еще раз внимательно разобраться в материале.

Иногда недостаточность усвоения того или иного вопроса выясняется только при изучении дальнейшего материала. В этом случае надо вернуться назад и повторить плохо усвоенный материал. Важный критерий усвоения теоретического материала - умение решать задачи или пройти тестирование по пройденному материалу. Однако следует помнить, что правильное решение задачи может получиться в результате применения механически заученных формул без понимания сущности теоретических положений.

Консультации

Если в процессе самостоятельной работы над изучением теоретического материала или при решении задач у студента возникают вопросы, разрешить которые самостоятельно не удается, необходимо обратиться к преподавателю для получения у него разъяснений или указаний. В своих вопросах студент должен четко выразить, в чем он испытывает затруднения, характер этого затруднения. За консультацией следует обращаться и в случае, если возникнут сомнения в правильности ответов на вопросы самопроверки.

Подготовка к экзаменам и зачетам.

Изучение многих общепрофессиональных и специальных дисциплин завершается экзаменом. Подготовка к экзамену способствует закреплению, углублению и обобщению знаний, получаемых, в процессе обучения, а также применению их к решению практических задач. Готовясь к экзамену, студент ликвидирует имеющиеся пробелы в знаниях, углубляет, систематизирует и упорядочивает свои знания. На экзамене студент демонстрирует то, что он приобрел в процессе обучения по конкретной учебной дисциплине.

Экзаменационная сессия - это серия экзаменов, установленных учебным планом. Между экзаменами интервал 3-4 дня. Не следует думать, что 3-4 дня достаточно для успешной подготовки к экзаменам.

В эти 3-4 дня нужно систематизировать уже имеющиеся знания. На консультации перед экзаменом студентов познакомят с основными требованиями, ответят на возникшие у них вопросы. Поэтому посещение консультаций обязательно.

Требования к организации подготовки к экзаменам те же, что и при занятиях в течение семестра, но соблюдаться они должны более строго. Во-первых, очень важно соблюдение режима дня; сон не менее 8 часов в сутки, занятия заканчиваются не позднее, чем за 2-3 часа до сна. Оптимальное время занятий, особенно по математике - утренние и дневные часы. В перерывах между занятиями рекомендуются прогулки на свежем воздухе, неутомительные занятия спортом. Во-вторых, наличие хороших собственных конспектов лекций. Даже в том случае, если была пропущена какая-либо лекция, необходимо во время ее восстановить (переписать ее на кафедре), обдумать, снять возникшие вопросы для того, чтобы запоминание материала было осознанным. В-третьих, при подготовке к экзаменам у студента должен быть хороший учебник или конспект

литературы, прочитанной по указанию преподавателя в течение семестра. Здесь можно эффективно использовать листы опорных сигналов.

Вначале следует просмотреть весь материал по сдаваемой дисциплине, отметить для себя трудные вопросы. Обязательно в них разобраться. В заключение еще раз целесообразно повторить основные положения, используя при этом листы опорных сигналов.

Систематическая подготовка к занятиям в течение семестра позволит использовать время экзаменационной сессии для систематизации знаний.

Правила подготовки к зачетам и экзаменам:

• Лучше сразу сориентироваться во всем материале и обязательно расположить весь материал согласно экзаменационным вопросам (или вопросам, обсуждаемым на семинарах), эта работа может занять много времени, но все остальное – это уже технические детали (главное – это ориентировка в материале!).

• Сама подготовка связана не только с «запоминанием». Подготовка также предполагает и переосмысление материала, и даже рассмотрение альтернативных идей.

• Готовить «шпаргалки» полезно, но пользоваться ими рискованно. Главный смысл подготовки «шпаргалок» – это систематизация и оптимизация знаний по данному предмету, что само по себе прекрасно – это очень сложная и важная для студента работа, более сложная и важная, чем простое поглощение массы учебной информации. Если студент самостоятельно подготовил такие «шпаргалки», то, скорее всего, он и экзамены сдавать будет более уверенно, так как у него уже сформирована общая ориентировка в сложном материале.

• Как это ни парадоксально, но использование «шпаргалок» часто позволяет отвечающему студенту лучше демонстрировать свои познания (точнее – ориентировку в знаниях, что намного важнее знания «запомненного» и «тут же забытого» после сдачи экзамена).

• Сначала студент должен продемонстрировать, что он «усвоил» все, что требуется по программе обучения (или по программе данного преподавателя), и лишь после этого он вправе высказать иные, желательно аргументированные точки зрения.

7. Требования к учебно-методическому обеспечению самостоятельной работы студентов

Для нормальной самостоятельной работы студент должен быть обеспечен достаточным количеством учебных пособий разного вида. Чем более разнообразны учебные пособия, тем более успешна будет самостоятельная работа студента, так как каждый может выбрать себе учебное пособие по силам, по склонностям, по материальным возможностям.

Должны быть пособия краткие и подробные, с неглубокими и глубокими теоретическими обоснованиями, теоретического и практического содержания. Нужны справочники, конспекты-справочники, учебники. Часть учебных пособий должна находиться в учебной студенческой библиотеке, часть пособий студент должен иметь возможность купить для личного пользования в

книжном магазине учебного заведения. Основная часть учебных пособий должна быть в бумажном виде (книги, брошюры, чертежи и т.д.).

Наряду с ними нужно создавать, накапливать в учебных фондах и продавать учебные пособия электронного вида. Этот вид учебных пособий в обозримом будущем не может стать основным и вряд ли когда-нибудь станет. Это – вспомогательные, дополнительные учебные пособия, используемые в основном для заочного, дистанционного образования. Количество учебных пособий в учебном фонде библиотеки должно быть таким, чтобы каждый студент мог получить хотя бы один из рекомендованных учебников.

Многоуровневая система высшего образования должна предоставлять человеку условия для развития его потенциальных возможностей и наиболее полного удовлетворения потребности личности в самореализации. Поэтому на каждом из уровней подготовки самостоятельная работа студентов (СРС) есть обязательное условие, которое должно быть соблюдено для достижения проектируемых результатов обучения. Правильная (психологически и дидактически обоснованная) организация СРС при изучении каждой дисциплины – это один из основных педагогических путей развития и становления творческих качеств личности учащегося на каждом уровне обучения.

Из дидактики следует, что для непрерывного развития учащегося и становления его как творческой личности все элементы содержания образования (знания, умения и навыки, опыт творческой и оценочной деятельности), выделенные в рамках определенной дисциплины, должны быть им усвоены с установкой на перенос и активное использование. Поэтому на первом уровне обучения каждого студента по каждой учебной дисциплине нужно снабдить комплектом учебно-методических материалов, помогающих ему организовывать самостоятельную работу. В такой комплект обязательно должны входить: программа, адаптированная для студента; учебная литература (учебник, задачник, руководство по выполнению лабораторных работ); система заданий для самостоятельной работы студентов; методические указания по организации самостоятельной работы при выполнении заданий по разным видам занятий, включая и курсовые работы (проекты).

На втором и третьем уровнях обучения их следует снабдить методическими указаниями по выполнению выпускной работы, завершающей подготовку специалиста. Программа должна содержать: обоснование необходимости изучения дисциплины, написанное в убеждающей и понятной для студентов форме; четкую формулировку цели изучения и задач, которые должны быть решены для достижения общей цели; последовательность тем и разделов курса дисциплины, обязательных для данного направления подготовки; перечень видов деятельности, которые должен освоить студент, выполняя задания по дисциплине; перечни методологических и предметных знаний, общеобразовательных и специальных умений (с указанием уровня их усвоения), которыми необходимо овладеть в процессе изучения данной

дисциплины; сроки и способы текущего, рубежного и итогового контроля уровня усвоения знаний сформированности умений.

Учебная литература по содержанию и последовательности представления материала должна соответствовать программе. Объем, научный уровень и стиль изложения должны позволять каждому студенту самостоятельно усвоить приведенный в ней материал за время, отведенное на его изучение, и овладеть знаниями, умениями, видами деятельности, перечисленными в программе. Для обеспечения терминологической однозначности в системе знаний, усваиваемых студентом, каждое учебное пособие (или другой вид учебной литературы) должно содержать словарь основных терминов, используемых в нем.

Задания для самостоятельной работы должны быть конкретными. Их содержание, соответствуя программе, должно знакомить студентов с современными методами решения задач данной дисциплины.

Структура заданий должна соответствовать принципу доступности: от известного к неизвестному и от простого к сложному, а трудоемкость – времени, выделенному программой на самостоятельную работу по изучению данной темы. В заданиях следует указывать знания и умения, которыми должен овладеть студент по мере их выполнения. Кроме того, в них нужно включать вопросы для самоконтроля и взаимного контроля, тесты и контрольные вопросы для оценки и самооценки уровня усвоения знаний, сформированности умений.

Методические указания по организации СРС на каждом уровне обучения должны способствовать непрерывному развитию у них рациональных приемов познавательной деятельности в процессе изучения конкретных дисциплин. Основное назначение всех методических указаний – дать возможность каждому студенту перейти от деятельности, выполняемой под руководством преподавателя, к деятельности, организуемой самостоятельно, к полной замене контроля со стороны преподавателя самоконтролем. Поэтому они должны содержать подробное описание рациональных приемов выполнения перечисленных видов деятельности, критериев оценки выполненных работ, а также рекомендации по эффективному использованию консультаций и по работе при подготовке и сдаче экзаменов.

Каждый из названных учебно-методических материалов влияет в большей степени на один из этапов усвоения знаний и видов деятельности, но одновременно способствует осуществлению других этапов и более полной реализации их задач.

Так, программа с четко выделенной целью и перечнем задач, влияющих на ее достижение, определяет мотивационный этап и способствует организации деятельности на всех остальных, указывая последовательность изучаемых разделов, сроки контроля. Учебная литература служит информационной основой, прежде всего для ориентировочного этапа. В то же время работа с литературой усиливает мотивацию, если изложение материала по уровню сложности соответствует зоне ближайшего развития студента; помогает осуществлению

исполнительского и контрольного этапов, если в ней указаны особенности выполнения заданий, даны контрольные вопросы.

Задания для самостоятельной работы организуют исполнительский этап, задавая последовательность видов деятельности, необходимых для усвоения знаний и приобретения умений. Так как задания содержат средства контроля, то они определяют и контрольный этап.

Вопросы и задачи в заданиях требуют от студента не только воспроизведения знаний, но и проявления творчества, формируют и развивают его опыт творческой деятельности. Это расширяет основы мотивации, усиливает и укрепляет ее. В целом содержание и структура заданий, отвечающих перечисленным требованиям, позволяет регулярно занимающимся студентам получать удовлетворение от самостоятельно выполненной работы. Такой эмоциональный фон, в свою очередь, формирует положительное отношение к выполненному делу, а через него – и к изучаемой дисциплине.

Методические указания по организации СРС способствуют грамотному и рациональному осуществлению исполнительского этапа, обеспечивают контрольный этап. Для этого виды деятельности, активно используемые при изучении дисциплины, должны быть подробно описаны в указаниях с выделением последовательности действий и даже операций. В этом случае сами виды деятельности становятся предметом изучения, что дает верное направление ориентировочному этапу и, безусловно, усиливает мотивацию обучения. Работа студентов с такими методическими указаниями позволяет им уже при изучении общенаучных дисциплин усвоить полную и обобщенную ориентировочную основу для каждого из таких видов деятельности, как работа с литературой, проведение эксперимента, решение задач.

Таким образом, создание для каждой учебной дисциплины рассмотренного комплекта учебно-методических материалов обеспечивает обязательные этапы усвоения знаний, видов деятельности, опыта творчества, Снабжение таким комплектом каждого студента – необходимое условие полной реализации в процессе обучения всех возможностей СРС как вида познавательной деятельности, метода и средства учения и преподавания.

8. Самостоятельная работа студента - необходимое звено становления исследователя и специалиста

Прогресс науки и техники, информационных технологий приводит к значительному увеличению научной информации, что предъявляет более высокие требования не только к моральным, нравственным свойствам человека, но и в особенности, постоянно возрастающие требования в области образования – обновление, модернизация общих и профессиональных знаний, умений специалиста.

Всякое образование должно выступать как динамический процесс, присущий человеку и продолжающийся всю его жизнь. Овладение научной мыслью и языком науки является необходимой составляющей в самоорганизации будущего специалиста исследователя. Под этим

понимается не столько накопление знаний, сколько овладение научно обоснованными способами их приобретения. В этом, вообще говоря, состоит основная задача вуза.

Специфика вузовского учебного процесса, в организации которого самостоятельной работе студента отводятся все больше места, состоит в том, что он является как будто бы последним и самым адекватным звеном для реализации этой задачи. Ибо во время учебы в вузе происходит выработка стиля, навыков учебной (познавательной) деятельности, рациональный характер которых будет способствовать постоянному обновлению знаний высококвалифицированного выпускника вуза.

Однако до этом пути существуют определенные трудности, в частности, переход студента от синтетического процесса обучения в средней школе, к аналитическому в высшей. Это связано как с новым содержанием обучения (расширение общего образования и углубление профессиональной подготовки), так и с новыми, неизвестными до сих пор формами: обучения (лекции, семинары, лабораторные занятия и т.д.). Студент получает не только знания, предусмотренные программой и учебными пособиями, но он также должен познакомиться со способами приобретения знаний так, чтобы суметь оценить, что мы знаем, откуда мы это знаем и как этого знания мы достигли. Ко всему этому приходят через собственную самостоятельную работу.

Это и потому, что самостоятельно приобретенные знания являются более оперативными, они становятся личной собственностью, а также мотивом поведения, развивают интеллектуальные черты, внимание, наблюдательность, критичность, умение оценивать. Роль преподавателя в основном заключается в руководстве накопления знаний (по отношению к первокурсникам), а в последующие годы учебы, на старших курсах, в совместном установлении проблем и заботе о самостоятельных поисках студента, а также контролирования за их деятельностью. Отметим, что нельзя ограничиваться только приобретением знаний предусмотренных программой изучаемой дисциплины, надо постоянно углублять полученные знания, сосредотачивая их на какой-нибудь узкой определенной области, соответствующей интересам студента. Углубленное изучение всех предметов, предусмотренных программой, на практике является возможным, и хорошая организация работы позволяет экономить время, что создает условия для глубокого, систематического, заинтересованного изучения самостоятельно выбранной студентом темы.

Конечно, все советы, примеры, рекомендации в этой области, даваемые преподавателем, или определенными публикациями, или другими источниками, не гарантируют никакого успеха без проявления собственной активности в этом деле, т.е. они не дают готовых рецептов, а должны способствовать анализу собственной работы, ее целей, организации в соответствии с индивидуальными особенностями. Учитывая личные возможности, существующие условия жизни и работы, навыки, на основе этих рекомендаций, возможно, выработать индивидуально обоснованную совокупность методов, способов, найти свой стиль или усовершенствовать его, чтобы изучив определенный материал, иметь время оценить его значимость, пригодность и

возможности его применения, чтобы, в конечном счете, обеспечить успешность своей учебе с будущей профессиональной деятельности.

Список используемой литературы

1. ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ СТАНДАРТ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ направление подготовки бакалавриата 05.03.06 Экология и природопользование
2. Методические рекомендации для студентов по организации самостоятельной работы./ ГОУ ВПО «Московский государственный гуманитарный университет им. М.А. Шолохова». 2010г

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ЭКОЛОГИЯ И НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Направление подготовки

20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)

Инженерная защита окружающей среды

квалификация выпускника: **бакалавр**

Автор: старший преподаватель Москвина О.А., старший преподаватель Коновалов И.В., доцент, к.г.м.н. Рыбников П.А.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

3 СЕМЕСТР

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Изучение дисциплины «Экология и науки о Земле» реализуется в виде контактной работы обучающихся с преподавателями и самостоятельной работы.

Текущий контроль знаний, умений, владений как результат формирования компетенций осуществляется в ходе аудиторных занятий, проводимых по расписанию. Форма такого контроля (оценочные средства) – опрос, рабочая тетрадь, коллоквиум, тест. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме курсовой работы и зачета.

Контактная работа обучающихся с преподавателями по дисциплине «Экология и науки о Земле» осуществляется в форме лекционных и практических (семинарских) занятий, целью которых является оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний по предмету.

При изучении дисциплины важную роль играет самостоятельная работа, которая заключается в организации систематического изучения тем курса учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины «Экология и науки о Земле» и приобретения компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины, обучающиеся должны реализовать следующие виды самостоятельной работы: изучение тем курса; подготовка к коллоквиуму (теоретическому опросу); рабочая тетрадь (подготовка к лекции); подготовка и написание курсовой работы (проекта); подготовка к зачету/экзамену (тестирование).

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Литература, предлагаемая для изучения дисциплины, представлена в рабочей программе. Вся рекомендуемая литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Теоретические знания, полученные в ходе изучения основной и дополнительной литературы, участие в практических занятиях (семинарских) позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Для самопроверки и самоконтроля студентам предлагается пройти тест, ответы на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом, позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной контактной работе обучающихся с преподавателями и самостоятельной работе, студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента при освоении дисциплины «Экология и науки о Земле» состоит из следующих видов работ:

- изучение тем курса;
- подготовка к коллоквиуму (теоретическому опросу);
- рабочая тетрадь (подготовка к лекции);
- подготовка и написание курсовой работы (проекта);
- подготовка к зачету/экзамену (тестирование).

Самостоятельное изучение тем курса предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, работу с интернет-ресурсами, конспектирование изученного материала.

Подготовка к коллоквиуму заключается в изучении нормативных правовых актов, соответствующей учебной основной и дополнительной литературы по теме, записей по рекомендованным источникам.

Рабочая тетрадь – дидактический комплекс, предназначенный для самостоятельной работы обучающегося и позволяющий оценивать уровень усвоения им учебного материала.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Подготовка к зачету предполагает повторное прочтение всего пройденного материала, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными.

Конкретные виды заданий по дисциплине «Экология и науки о Земле» указаны далее.

Раздел 1. История возникновения и развития экологии, как естественнонаучной дисциплины.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

- Основы геоэкологии: учебник /Г. Н. Голубев. – 2-е изд., стер. – Москва: Кнорус, 2015.;
- Карпенков С.Х. Экология [Электронный ресурс]: учебник/ Карпенков С.Х. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 400 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21892.html . – ЭБС «IPRbooks»

Вопросы для проведения опроса:

1. Определение «экологии» как науки.
2. Предмет, цель и задачи дисциплины.
3. Периоды развития науки.
4. Исходные теоретические концепции экологии.
5. Классификация и структура экологических дисциплин.
6. Связь экологии с другими дисциплинами.
7. Методы исследования в экологии.

Раздел 2. Адаптация живых организмов к экологическим факторам среды обитания.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

- Основы геоэкологии: учебник /Г. Н. Голубев. – 2-е изд., стер. – Москва: Кнорус, 2015.;
- Карпенков С.Х. Экология [Электронный ресурс]: учебник/ Карпенков С.Х. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 400 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21892.html . – ЭБС «IPRbooks»

Вопросы для проведения опроса:

Тема 2.1. Экологические факторы среды обитания, общие закономерности их воздействия на живые организмы.

1. Понятия «среда обитания» и «условия существования».
2. Экологические факторы среды.
3. Лимитирующие факторы.
4. Закономерности действия экологических факторов на организмы.
5. Закон минимума.
6. Закон толерантности.
7. Биотические факторы среды.
8. Абиотические факторы.
9. Антропогенные факторы.
10. Взаимодействие факторов среды.

Тема 2.2. Основные механизмы адаптации живых организмов к экологическим факторам среды обитания.

1. Приспособление организмов к неблагоприятным условиям среды

2. Наземно-воздушная среда жизни и ее особенности. Адаптации организмов к обитанию в наземно-воздушной среде

3. Водная среда жизни. Адаптации организмов к водной среде

4. Почвенная среда жизни. Почвенные организмы.

5. Живой организм как особая среда обитания. Средообразующая роль живых организмов.

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильными могут быть несколько или один.

На листе бумаги напишите тему, выпишите вопрос и правильный ответ.

.

Тема № 2

1. Как называют эволюционно возникшее приспособление организмов, органов и их функций к условиям среды?

а) экологический фактор;
б) адаптация;
в) среда обитания;
г) экологическая ниша.

2. Воздействия, вызывающие морфологические и анатомические изменения организмов, называются …

а) ограничивающими;
б) модификационными;
в) сигнальными;
г) раздражительными.

3. Изменения в строении организма в результате приспособления к среде обитания − это …

а) морфологические адаптации;
б) физиологические адаптации;
в) этологические адаптации;
г) морфометрические адаптации.

4. Экологическая толерантность организма – это …

а) зона угнетения;
б) оптимум;
в) субоптимальная зона;
г) зона между верхним и нижним пределами выносливости.

5. Экологический фактор, количественное значение которого выходит за пределы выносливости вида, называется …

а) лимитирующим;
б) основным;
в) фоновым;
г) витальным.

6. Как называется механизм терморегуляции, осуществляемой за счет изменения интенсивности обмена веществ?

а) химическая терморегуляция;
б) физическая терморегуляция;
в) этологическая терморегуляция.

7. Ритмы в организме, возникающие как реакция на периодические изменения среды (смену дня и ночи, сезонов, солнечной активности и т.п.), называются:

а) экзогенными;
б) эндогенными;
в) циркадными (околосуточными);
г) цирканными (окологодичными).

8. Реакции организмов на смену дня и ночи, проявляющиеся в колебаниях интенсивности физиологических процессов, называют …

а) фотопериодизмом;

в) цирканными ритмами;

г) анабиозом.

9. К абиотическим факторам окружающей среды относятся:

а) рельеф, климат, температура, свет, влажность, соленость воды;

б) растительный опад, минеральный состав почвы, влажность;

в) соленость воды, отмершие части водных растений и останки животных, свет;

г) газовый состав атмосферы, загрязнение почвы, воздуха и воды.

10. Изменение поведения организма в ответ на изменения факторов среды называется …

а) мимикрией;

б) физиологической адаптацией;

в) морфологической адаптацией;

г) этологической адаптацией.

Тема № 2

1. Как называются компоненты неживой природы, которые воздействуют на организмы?

а) абиотические факторы;

б) биотические факторы;

в) антропогенные факторы;

г) небиотические факторы.

2. Какой из перечисленных ниже факторов относится к биотическим?

а) антропогенный;

б) эдафический;

в) орографический;

г) комменсализм.

3. Виды организмов с широкой зоной валентности называются …

а) стенобионтными;

б) эврибионтными;

в) пластичными;

г) устойчивыми.

4. Для характеристики организмов, способных выдерживать незначительные колебания какого-либо экологического фактора, используют приставку:

а) ксеро-;

б) мезо-;

в) стено-;

г) эври-.

5. Растения, которые могут произрастать только в условиях хорошего освещения, называются

а) факультативными гелиофитами;

б) сциофитами;

в) гелиофитами;

г) умброфиты.

6. Организмы с непостоянной внутренней температурой тела, меняющейся в зависимости от температуры внешней среды, называются …

а) пойкилотермными;

б) гомойотермными;

в) гетеротермными;

г) нет правильного ответа.

7. Растения влажных местообитаний, целиком или большей своей частью погруженные в воду, называются …

а) ксерофиты;
б) гидрофиты;
в) гидатофиты;
г) мезофиты.

8. Растения, которые произрастают на слабокислых почвах, называются …
а) нейтрофилами;
б) ацидофилами;
в) базифилами;
г) индифферентными видами.

9. Растения, довольствующиеся малым содержанием зольных элементов в почве, называются
а) мезотрофами;
б) эвтрофами;
в) олиготрофами.

10. Как называются растения, почки возобновления которых находятся высоко над поверхностью земли (деревья и кустарники) по классификации К.Раункиера?
а) криптофитами;
б) хамефитами;
в) терофитами;
г) фанерофитами.

Раздел 3. Популяции видов растений и животных.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

- Основы геоэкологии: учебник /Г. Н. Голубев. – 2-е изд., стер. – Москва: Кнорус, 2015.;
- Карпенков С.Х. Экология [Электронный ресурс]: учебник/ Карпенков С.Х. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 400 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21892.html . – ЭБС «IPRbooks»

Вопросы для проведения опроса:

Тема 3.1. Популяция как элемент экосистемы.

1. Популяция как форма существования вида.
2. Общие характеристики популяций.
3. Типы популяций и их характеристики.

Тема 3.2. Биологическая структура популяций.

1. Общие признаки, формирующие структуру популяции.
2. Статические характеристики популяции.
3. Возрастная и половая структура популяции.
4. Пространственная и этологическая структура популяции.
5. Динамические характеристики популяции

Тема 3.3. Динамика изменения численности популяции. Гомеостаз популяции.

1. Основные популяционно-динамические процессы.
2. Динамика численности популяции.
3. Гомеостаз популяции.

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильными могут быть несколько или один.

На листе бумаги напишите тему, выпишите вопрос и правильный ответ.

.

Тема № 3

1. Совокупность способных к самовоспроизводству особей одного вида, которая длительно существует в определенной части ареала относительно обособлено от других совокупностей того же вида, называется …

а) популяцией;
б) сообществом;
в) содружеством;
г) группой.

2. Совокупность групп пространственно смежных экологических популяций называется …

а) элементарной популяцией;
б) локальной популяцией;
в) географической популяцией.

3. Как называются популяции, которые образованы особями с чередованием полового и бесполого размножения?

а) клонально-панмиктическая популяция;
б) клональная популяция;
в) панмиктическая популяция.

4. Гены организма (генотип) отвечают за синтез…

а) белков;
б) углеводов;
в) липидов.

5. Как называется источник возникновения новых аллелей при изменении генетической структуры популяции?

а) мутация;
б) миграция;
в) дрейф генов;
г) неслучайное скрещивание.

6. Какое значение имеет биотический потенциал (r) при увеличении численности популяции?

а) $r = 0$;
б) $r > 0$;
в) $r < 0$.

7. Какую характерную особенность имеют виды − «оппортунисты» (r −стратеги), по сравнению с равновесными видами (K − стратеги)?

а) расселяются медленно;
б) быстро размножаются;
в) крупные размеры особей;
г) большая продолжительность жизни особи.

8. Самоподдержание и саморегулирование определенной численности (плотности) популяции называется …

а) гомеостазом;
б) эмерджентностью;
в) элиминированием;
г) эмиссией.

9. Рост популяции, численность которой увеличивается лавинообразно, называют …

а) изменчивым;
б) логистическим;

в) экспоненциальным;
г) стабильным.

10. Возрастной структурой популяции называется …
а) количественное соотношение женских и мужских особей;
б) количество старых особей;
в) количество новорожденных особей;
г) количественное соотношение различных возрастных групп.

Тема № 3

1. Как называются виды растений и животных, представители которых встречаются на большей части обитаемых областей Земли?
а) убиквистами;
б) космополитами;
в) эндемиками.

2. Временное объединение животных, облегчающее выполнение какой-либо функции, называется …
а) стадо;
б) колония;
в) семейный образ жизни;
г) стая.

3. Какая форма кривой выживания характерна для млекопитающих?
а) выпуклая;
б) прямая;
в) вогнутая.

4. Кривая выживания для мужчин в России по сравнению с кривой выживания для женщин имеет вид:
а) менее выпуклый;
б) более выпуклый;
в) кривые не имеют различий.

5. Искусственное расселение вида в новый район распространения – это …
а) реакклиматизация;
б) интродукция;
в) акклиматизация;
г) миграция.

6. Кривая выживания характеризует:
а) диапазон значений экологического фактора, за пределами которого становатся невозможной нормальная жизнедеятельность особи;
б) число выживших особей во времени;
в) зависимость степени благоприятности экологического фактора от его интенсивности;
г) скорость, с которой живые организмы производят полезную химическую энергию.

7. Для популяции нехарактерны следующие свойства:
а) структурированность
б) интегрированность составных частей (целостность)
в) авторегуляция
г) вычленение морфологически отличающихся частей, в ее строении

8. Популяция может увеличивать свою численность экспоненциально (то есть численность популяции увеличивается с возрастающей скоростью):
а) когда ограничена только пища
б) при освоении новых мест обитания
в) только в случае отсутствия хищников
г) только в лабораторных условиях

9. Заяц-беляк и заяц-русак, обитающие в одном лесу, составляют:
а) одну популяцию одного вида
б) две популяции одного вида
в) две популяции двух видов
г) одну популяцию двух видов
д) две группировки в популяции

10. Число особей вида на единицу площади или на единицу объема жизненного пространства показывает:
а) видовое разнообразие
б) плодовитость
в) плотность популяции
г) обилие популяции

Раздел 4. Популяции видов растений и животных.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

- Основы геоэкологии: учебник /Г. Н. Голубев. – 2-е изд., стер. – Москва: Кнорус, 2015.;
- Карпенков С.Х. Экология [Электронный ресурс]: учебник/ Карпенков С.Х. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 400 c. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21892.html . – ЭБС «IPRbooks»

Вопросы для проведения опроса:

Тема 4.1. Биоценозы как природные системы надорганизменного уровня жизни.

1. Понятие «биоценоз».
2. Таксономический состав биоценозов.
3. Видовая структура биоценозов.
4. Пространственная структура биоценозов.

Тема 4.2. Отношения организмов в биоценозах.

1. Понятия «продуценты», «консументы», «редуценты».
2. Трофическая структура биоценозов.

Тема 4.3. Экологическая ниша в биоценозе. Динамика и стабильность биоценозов.

1. Экологическая ниша в биоценозе. Ниша фундаментальная и реализованная.
2. Влияние конкуренции на ширину экологической ниши. Прерывание ниш.
3. Ниши общие и специализированные.
4. Динамика и стабильность биоценозов, их способность к саморегуляции.

Тема № 4

1. Как называют совокупность популяций разных живых организмов (растений, животных и микроорганизмов) обитающих на определенной территории?
а) биоценоз;
б) фитоценоз;
в) зооценоз;
г) микробоценоз.

2. Увеличение видового разнообразия в экотоне называется …
а) краевым эффектом;
б) α − разнообразием;
в) β − разнообразием.

3. Ярусность и мозаичность распределения организмов разных видов − это…
а) экологическая структура;
б) пространственная структура;
в) видовая структура.

4. Структурная единица биоценоза, объединяющая автотрофные и гетеротрофные организмы на основе пространственных (топических) и пищевых (трофических) связей вокруг центрального члена (ядра) называется …
а) синузией;
б) консорцией;
в) парцеллой.

5. Условия внешней и внутренней среды, разрешающие осуществляться некоторым эволюционным факторам и событиям, называются …
а) гиперпространственной нишей;
б) местообитанием;
в) экологической лицензией;
г) экологической нишей.

6. Экологическая диверсификация − это разделение экологических ниш в результате …
а) дивергенции;
б) внутривидовой конкуренции;
в) межвидовой конкуренции;
г) интерференции.

7. Изменение условий обитания одного вида, вызванные жизнедеятельностью другого вида проявляются в ... связях.
а) форических;
б) трофических;
в) топических;
г) фабрических.

8. Среди перечисленных экосистем естественными биоценозами являются:
а) лес;
б) поле кормовых трав;
в) плантация;
г) парк.

9. Саморегуляция в биоценозе направлена на
а) уменьшение видового разнообразия
б) возвращения к норме
в) увеличение видового состава
г) верны все ответы

10. При формировании ярусности в лесном сообществе лимитирующим фактором является …
а) свет;
б) температура;
в) вода;
г) почва.

Тема № 4

1. Как называется взаимодействие между видами, которое полезно для обеих популяций, но не является облигатным?
а) аменсализм;
б) нейтрализм;
в) мутуализм;
г) протокооперация.

2. Пример целенаправленно созданного человеком сообщества – это …
а) биосфера;
б) биоценоз;
в) геобиоценоз;
г) агроценоз.

3. Примером биогеоценоза может служить:
а) аквариум с живущими в нем рыбами;
б) большой по площади участок леса
в) засохшее дерево;
г) космический корабль;

4. Типичной структурой биоценоза является структура, состоящая из
а) консуменотов и редуцентов
б) продуцентов и консументов
в) продуцентов, консументов и редуцентов
г) возможны разные варианты

5. Агроценоз отличается от естественного биогеоценоза
а) меньшим количеством популяций
б) необходимостью дополнительных затрат энергии
в) преобладанием искусственного отбора
г) верны все ответы

6. Взаимодействие растений и клубеньковых бактерий является примером
а) паразитизма
б) симбиоза
в) конкуренции
г) комменсализма

7. Наибольшую биомассу в биоценозе луга имеют:
а) зеленые растения
б) травоядные животные
в) плотоядные животные
г) бактерии гниения

8. Выделите тезис, с которым вы не согласны. Пищевые отношения в природе типа "хищник-жертва"
а) поддерживают целостность экологической системы
б) создают условия для круговорота веществ
в) помогают выработать приспособления к выживанию
г) регулируют численность обоих видов

9. К наиболее ярким проявлениям эвтрофикации водоемов не относится …
а) попадание в водоемы нефти;
б) увеличение концентрации биогенных элементов;
в) процессы вторичного загрязнения воды;
г) летнее цветение воды.

10. Для животных ресурсом не является:
а) вода
б) органические вещества
в) солнечная энергия
г) используются все эти ресурсы

Раздел 5. Экосистемы.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

- Основы геоэкологии: учебник /Г. Н. Голубев. – 2-е изд., стер. – Москва: Кнорус, 2015.;
- Карпенков С.Х. Экология [Электронный ресурс]: учебник/ Карпенков С.Х. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 400 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21892.html . – ЭБС «IPRbooks»

Вопросы для проведения опроса:

Тема 5.1. Составные компоненты экосистемы и основные факторы, обеспечивающие её существование.

1. Понятие «экосистема»
2. Основные характеристики экосистем.
3. Классификация экосистем.
4. Правила полноты составляющих.

Тема 5.2. Основные этапы использования вещества и энергии в экосистемах.

1. Пищевые цепи, пищевые сети.
2. Трофические уровни.
3. Экологические пирамиды.
4. Биологическая продуктивность экосистем.

Тема 5.3. Динамика развития экосистем.

1. Динамика экосистем.
2. Экологическая сукцессия.
3. Искусственные экосистемы.

Раздел 6. Биосфера Земли.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

- Основы геоэкологии: учебник /Г. Н. Голубев. – 2-е изд., стер. – Москва: Кнорус, 2015.;
- Карпенков С.Х. Экология [Электронный ресурс]: учебник/ Карпенков С.Х. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 400 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21892.html . – ЭБС «IPRbooks»

Вопросы для проведения опроса:

1. Общее представление о биосфере.
2. Границы биосферы.
3. Характеристика и функции живого вещества.
4. Принципы, положенные в основу учения о биосфере.
5. Понятие о биологическом круговороте.
6. Круговорот азота, кислорода, углерода.
7. Эволюция и охрана биосферы.

Раздел 7. Биосфера Земли.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

- Основы геоэкологии: учебник /Г. Н. Голубев. – 2-е изд., стер. – Москва: Кнорус, 2015.;
- Карпенков С.Х. Экология [Электронный ресурс]: учебник/ Карпенков С.Х. – Электрон. текстовые данные. – М.: Логос, 2014. – 400 с. – Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/21892.html . – ЭБС «IPRbooks»

Вопросы для проведения опроса:

Тема 7.1. Экологические проблемы обеспечения человечества энергией.

1. Энергетика. Современные проблемы
2. Основы энергосбережения

Тема 7.2. Экологические основы рационального использования минеральных и биологических ресурсов.

1. Понятие о природных ресурсах. Классификация природных ресурсов.
2. Минеральные ресурсы и их использование.
3. Биоресурсы, их компоненты, роль и охрана биоресурсов.
4. Понятие о биоразнообразии, его сохранение и использование.

Тема 7.3. Пищевые ресурсы человечества.

1. Роль питания в состоянии здоровья и работоспособности человека.
2. Извлечение и получение пищевых ресурсов
3. Проблемы питания и производства сельхозпродукции

Вопросы для коллоквиума:

1. Природные ресурсы и их классификация: биологические, минеральные, энергетические. Проблема истощения природных ресурсов.
2. Основные направления природопользования. Понятия о нерациональном и рациональном природопользовании. Основные задачи и принципы рационального природопользования.
3. Энергетика. Современные проблемы. Основы энергосбережения.
4. Минеральные ресурсы и их использование и воспроизводство.
5. Биоресурсы, их компоненты, роль и охрана биоресурсов.
6. Пищевые ресурсы человечества. Извлечение и получение. Проблемы питания и производства сельхозпродукции.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

4 СЕМЕСТР

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Экология и науки о Земле» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить контрольную работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Экология и науки о Земле» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Экология и науки о Земле» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя контрольную работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, контрольной работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к устному опросу;
- написание реферата и подготовка к его защите;
- работа с порталом электронных образовательных ресурсов;
- работа с литературой и интернет-ресурсами;
- тестирование.

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки и для подготовки к устному опросу позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Работа с порталом электронных образовательных ресурсов предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов, размещенных на портале.

Работа с литературой и интернет-ресурсами дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Выполнение домашних заданий предусмотрено в следующей форме:

написание реферата – подготовка доклада на определенную тему, включающего обзор соответствующих литературных и других источников или краткое изложение книги, научной работы, статьи, исследования;

Конкретные виды заданий по дисциплине «Экология и науки о Земле» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Тема 1. Введение. Комплекс наук о Земле.
Тема 2. Космогоническая теория образования Вселенной

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 1 учебного пособия: Науки о Земле [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. Н. Плотникова, О. В. Клепиков, М. В. Енютина, Л. Н. Костылева. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. — 275 c. — 978-5-89448-934-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47420.html

– прочитать раздел 1 учебного пособия: Науки о земле: учебное пособие/ А.Ф. Фадеичев; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009 – 209 с.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие планеты Солнечной системы относятся к земной группе?
2. Какие планеты входят в состав «внешних планет»?
3. В каких единицах измеряют расстояния в Солнечной системе и в космосе?
4. Какова эволюция Вселенной после «большого взрыва»?
5. Какие геосферы слагают Землю как планету?
6. Какие сферы входят в состав атмосферы?
7. Что понимается под гидросферой?
8. Как понимается биосфера и что она охватывает?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа.

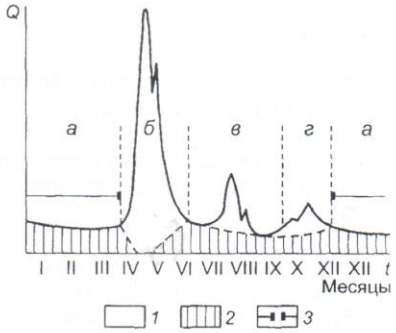
_____

ФИО, группа

ТЕСТ

Науки о Земле

1. Какие три атома появились первыми после «Большого Взрыва»:
   а. H, He, Li
   б. He, Li, Be
   в. H, Li, Na
   г. He, Ne, Ar
2. Что происходит со временем после прохождения «Горизонта событий»:
   а. время ускоряется
   б. время замедляется
   в. время останавливается
3. Кто открыл «Расширение Вселенной»:
   а. Эдвин Хаббл
   б. Альберт Эйнштейн
   в. Макс Планк
   г. Нильс Бор
4. Сколько планет было в «молодой» Солнечной системе:
   а. 8
   б. 3
   в. более 20
   г. около 100
5. Современная атмосфера сформировалась в результате деятельности цианобактерий, ископаемые остатки которых называются:
   а. трилобиты
   б. строматолиты
   в. аммониты
   г. эукариоты
6. «Кембрийский взрыв» это:
   а. взрыв на угольной шахте в Англии, в районе Кембрийских гор
   б. резкий рост разнообразия жизни на Земле в кембрийский геологический период
   в. массовое вымирание в кембрийский геологический период
   г. извержение вулкана в районе современных Кембрийских гор
7. Уравнение $\underline{6CO_2 + 6H_2O + Q_{света}} \rightarrow \underline{C_6H_{12}O_6 + 6O_2}$ описывает следующий процесс
   а. фотосинтез
   б. горение углеводородов
   в. получение этилового спирта
   г. сжигание угля
8. Этот график описывает изменение в течение года следующих гидрологических характеристик:



   а. расхода реки
   б. количества осадков
   в. испарения с поверхности водоема
   г. количества воды, поступившей в водоносный горизонт
9. Пермское вымирание было вызвано следующим событием:
   а. падением метеорита в районе Мексиканского залива
   б. трапповым извержением в районе современной Сибири
   в. катастрофой на химическом комбинате в районе г. Пермь
   г. движением тектонических плит и формированием Гималаев
10. Крупнейшей техно-природной катастрофой, приведшей к наибольшему числу жертв, считается:
    а. «Бхопальская катастрофа» на химическом заводе в Индии
    б. Прорыв дамбы Баньцяо в Китае
    в. «Техасский взрыв» в США

г. Авария на Саяно-Шушенской ГЭС

11. Самым холодным годом с начала документирования погодных наблюдений является («Год без тепла» или «Год без лета»):
    а. 1816 – связан с климатическим «минимумом Дальтона» и извержением вулкана Тамбора, среднегодовая температура снизилась на 1,5-2 C^0
    б. 1240 – связан с татаро-монгольским нашествием и пожарами на больших площадях, среднегодовая температура снизилась на 5 C^0
    в. 1816 – связан с окончанием Наполеоновских войн, вызван парниковым эффектом от 15-летних боевых действий на территории Европы, среднегодовая температура снизилась на 3 C^0
    г. 1510 – связан с открытием Америки, парниковый эффект вызван сжиганием больших площадей лесных массивов при покорении новых территорий, среднегодовая температура снизилась на 1,5-2 C^0
12. В Российской федерации, в соответствии с законом «О недрах»:
    а. недра являются государственной собственностью и не могут быть предметом купли, продажи, дарения, наследования, вклада, залога или иной формы отчуждения
    б. недра могут предметом купли, продажи и т.д. только между юридическими лицами и государством
    в. недра могут предметом купли, продажи и т.д. только между физическими лицами и государством
    г. недра могут предметом купли, продажи и т.д. только между юридическими и физическими лицами
13. Для замера расхода воды в реках методом скорость-сечение основным способом замера скорости является:
    а. одноточечный метод
    б. трехточечный метод
    в. пятиточечный метод
    г. двухточечный метод
14. Более жесткие требования предъявляются к воде водных объектов:
    а. хозяйственно-питьевого назначения
    б. культурно-бытового назначения
    в. сельскохозяйственного назначения
    г. рыбохозяйственного назначения
15. Парниковые газы по степени парниковой активности распределяются следующим образом (в порядке убывания опасности):
    а. метан CH_4, углекислый газ CO_2, водяной пар H_2O
    б. водяной пар H_2O, метан CH_4, углекислый газ CO_2
    в. углекислый газ CO_2, водяной пар H_2O, метан CH_4
16. Рост содержания CO_2 в атмосфере Земли за последние 150 лет совпадает со следующим событием по следующим характеристикам:
    а. с извержением вулкана Тамбора в Индонезии по скорости выброса CO_2
    б. с трапповым извержением в районе современной Сибири по скорости выброса CO_2
    в. с извержением вулкана Тамбора в Индонезии по скорости и объемам выброса CO_2
    г. с трапповым извержением в районе современной Сибири по скорости и объемам выброса CO_2
17. Водные объекты подразделяются на (отметить неверный ответ)
    а. хозяйственно-питьевые
    б. культурно-бытовые
    в. сельскохозяйственные
    г. рыбохозяйственные
18. Использование каких систем отработки медно-колчеданных месторождений приводит к наиболее значимым негативным экологическим последствиям после окончания добычи полезного ископаемого:
    а. открытым способом – карьерами
    б. подземным способом, с обрушением выработанного пространства
    в. подземным способом, с закладкой выработанного пространства
    г. комбинированным способом
19. Площадь земельного отвода:
    а. меньше площади горного отвода на уровне дневной поверхности
    б. больше площади горного отвода на уровне дневной поверхности
    в. равна площади горного отвода на уровне дневной поверхности
20. Шахтные воды медно-колчеданных рудников Урала по величине pH являются:
    а. кислыми
    б. щелочными
    в. питьевыми

Тема 3. Строение земной коры
Тема 4. Учение о полезных ископаемых

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 1 учебного пособия: Науки о Земле [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р. Н. Плотникова, О. В. Клепиков, М. В. Енютина, Л. Н. Костылева. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. — 275 c. — 978-5-89448-934-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47420.html

– прочитать раздел 2 учебного пособия: Науки о земле: учебное пособие/ А.Ф. Фадеичев; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009 – 209 с.

– прочитать раздел 2 учебного пособия: Гусев, А. И. Науки о Земле [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Гусев; под ред. В. П. Чеха. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 245 c. — 978-5-4497-0061-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/84440.html

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Каковы строение, состав, состояние Земли и земной коры?
2. Каковы основные процессы образования осадочных, магматических и метаморфических пород?
3. Какие явления относятся экзо- и эндогенным процессам?
4. Что такое магматизм, метаморфизм и тектоника?
5. Какое значение имеет физическое, химическое и органическое выветривание в формировании земной коры?
6. Какова роль человека в формировании современного облика земной коры?

Тема 5. Гидрогеология – наука о подземных водах
Тема 6. Гидрология

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 3, 4 учебного пособия: Науки о земле: учебное пособие/ А.Ф. Фадеичев; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009 – 209 с.

– прочитать раздел 5, 6 учебного пособия: Науки о Земле [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р. Н. Плотникова, О. В. Клепиков, М. В. Енютина, Л. Н. Костылева. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. — 275 c. — 978-5-89448-934-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47420.html

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Какие факторы определяют испарение с водной поверхности, почвы и растительности?
2. Что такое половодье, паводок, межень, гидрограф стока?
3. Каков порядок образования и характеристики наносов?
4. Как вычисляется сток взвешенных наносов?
5. Какие основные характеристики речного стока вы знаете?
6. Какое уравнение используют при расчете водного баланса речного бассейна?
7. Что такое норма годового стока, и каково ее определение при наличии, недостаточности и отсутствии данных наблюдений?
8. Что такое коэффициент изменчивости (вариации)? Приведите методы его определения при наличии, недостаточности и отсутствии данных наблюдений.
9. Как определяется коэффициент асимметрии?

10. Как построить эмпирическую и аналитическую кривые обеспеченности?

11. Что такое расчетный максимальный расход воды?

12. Что такое гарантийная поправка, каков порядок ее использования?

13. Как определяются расчетные максимальные расходы весеннего половодья?

14. Какие бывают виды регулирования стока?

15. Какие основные составляющие объемы и нормативные уровни водохранилища вы можете назвать?

17. Какие вы знаете виды потерь воды из водохранилища?

18. Каков порядок определения объема и сроков заиления?

19. Что такое расчетная обеспеченность отдачи?

20. Каков порядок балансово-цифрового расчета водохранилища?

21. Какие основные свойства полной интегральной кривой вы знаете и как ее используют при расчетах регулирования стока?

22. Как определяется полный объем водохранилища многолетнего регулирования?

23. Каков порядок расчета трансформации паводков?

24.Как классифицируются виды воды в горных породах?

25. Какие основные характеристики подземных вод вы знаете?

26. Каково происхождение подземных вод?

27. Какова классификация подземных вод по условиям залегания, гидравлическим признакам, степени минерализации, температуре, составу?

28. Каковы физические свойства и химический состав подземных вод?

29. Чем отличается физически связанная вода от свободной и прочносвязанной, от рыхлосвязанной?

30. Каковы источники загрязнения подземных вод?

31.Что такое область питания и область влияния водозабора?

32. Как рассчитать время достижения фильтрующимися жидкими отходами уровня грунтовых вод для однородного и двухслойного разрезов?

33. Как прогнозировать расход сточных вод, фильтрующихся из хранилища жидких отходов?

34. Как оценить качество воды для одиночной скважины в полуограниченном пласте с контуром постоянного напора?

35. Как определить время подтягивания загрязняющих веществ к водозабору для одиночной скважины неограниченного и ограниченного линейного ряда скважин в условиях бассейна и потока?

36. Как оценить изменение качества воды для одиночной скважины в неограниченном по площади водоносном горизонте?

37. Как прогнозируется область распространения загрязнений из хранилища жидких отходов?

Тема 7. Климатология и метеорология

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 5 учебного пособия: Науки о земле: учебное пособие/ А.Ф. Фадеичев; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009 – 209 с.

– прочитать раздел 7 учебного пособия: Науки о Земле [Электронный ресурс]: учебное пособие / Р. Н. Плотникова, О. В. Клепиков, М. В. Енютина, Л. Н. Костылева. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. — 275 c. — 978-5-89448-934-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47420.html

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Что изучают метеорология и климатология?

2. Каковы состав и строение атмосферы?

3. Что такое относительная, абсолютная и максимальная влажность воздуха?

4. Какие примеси присутствуют в атмосферном воздухе?

5. Какова роль озона в атмосфере?

6. Что такое электрическое поле атмосферы?

7. Как организовано наблюдение за метеорологическими параметрами? Какова роль эксперимента в метеорологии?

8. Что включает программа обязательных метеорологических наблюдений? Какова их периодичность? Что входит в единую метеорологическую сеть?

9. Какие применяются приборы для определения температуры, влажности, скорости ветра, давления? Каково устройство и принцип их действия?

10. Для чего применяется статистический и физико-математический анализ метеорологических данных?

11. Что такое климатические и метеорологические карты? Каково их назначение, порядок составления и анализа?

12. Каковы методы аэрологических наблюдений?

13. Какие метеорологические параметры влияют на пере-нос и рассеивание примесей вредных веществ в атмосфере?

14. В чем состоят принципы медико-экологического нормирования интенсивности воздействия природно-климатических факторов окружающей среды?

Тема 8. Почвоведение

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 6 учебного пособия: Науки о земле: учебное пособие/ А.Ф. Фадеичев; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009 – 209 с.

– прочитать раздел 2,3 учебного пособия: Науки о Земле [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. Н. Плотникова, О. В. Клепиков, М. В. Енютина, Л. Н. Костылева. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. — 275 c. — 978-5-89448-934-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47420.html

– прочитать раздел 9 учебного пособия: Гусев, А. И. Науки о Земле [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. И. Гусев; под ред. В. П. Чеха. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Ай Пи Ар Медиа, 2019. — 245 c. — 978-5-4497-0061-2. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/84440.html

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Что такое почва?
2. Каковы функции почвы как компонента биосферы Земли?
3. Какова схема почвообразовательного процесса?
4. Каковы факторы почвообразовательного процесса?
5. Каков фазовый состав почвы?
6. Как классифицируются почвы по механическому составу?
7. Какими физическими свойствами характеризуют почвы?
8. Какие химические свойства имеет почва?
9. Из чего состоит гумус и какова его роль в почвообразовании?
10. Что такое почвенные коллоиды?
11. Какие формы и состояния почвенной воды вы знаете?
12. Как классифицируются основные тепловые свойства почвы?
13. Каковы основные пути повышения плодородия почв?
14. Какие виды деградации почв вы знаете?
15. Как классифицируются почвенные загрязнения?

Тема 9. Ландшафтоведение

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 7 учебного пособия: Науки о земле: учебное пособие/ А.Ф. Фадеичев; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2009 – 209 с.

– прочитать раздел 4 учебного пособия: Науки о Земле [Электронный ресурс] : учебное пособие / Р. Н. Плотникова, О. В. Клепиков, М. В. Енютина, Л. Н. Костылева. — Электрон. текстовые данные. — Воронеж : Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2012. — 275 c. — 978-5-89448-934-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/47420.html

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к устному опросу:

1. Каковы основные составные части ландшафтов?
2. Каковы основные факторы формирования ландшафта?
3. По каким признакам классифицируются виды ландшафтов?
4. Каковы функции агроландшафта?
5. Чем характеризуется экологическая устойчивость агроландшафтов?
6. Как достигается экологическое равновесие в агроландшафтах?
7. На чем основана система показателей оценки агроландшафта?
8. Каковы принципы устройства агроландшафтов?

Для проведения контроля самостоятельной работы студентов применяются: опрос, реферат, тестирование, экзамен.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ
(уровень творческой деятельности)

Написать реферат – подготовить доклад на определенную тему.

Реферат должен включать 3 раздела: 1 - проблемный - практический (анализ, обзор, творческое изложение статей ученых на выбранную тему в научных журналах за два года (текущий и предшествующий), 2 - собственное мнение на выделенную проблему; 3 - список научной литературы по выбранной теме.

Выбор темы осуществляется студентом самостоятельно.

1. Комплекс наук о Земле. Геология – фундаментальная наука.
2. Космогоническая теория образования Вселенной, солнечной системы и планеты Земля. Строение Земли.
3. Запасы воды на Земле. Гидрологический водно-ресурсный потенциал России.
4. Разнообразие водных объектов и водных экосистем.
5. Общие характеристики водных экосистем: непроточные водоемы (озера).
6. Строение земной коры, эндогенные и экзогенные геологические процессы. Развитие Жизни.
7. Учение о полезных ископаемых. Законодательство РФ о недрах. Охрана недр
8. Общие характеристики водных экосистем: льды, снега.
9. Гидрогеология – наука о подземных водах. Процессы формирования, состав, свойства. Гидродинамический режим, прогноз изменения количества и качества подземных вод.
10. Общие характеристики водных экосистем: моря.
11. Общие характеристики водных экосистем: проточные водоемы (реки)
12. Гидрология. Общие закономерности гидрологических процессов. Гидрометрия. Водно-балансовые расчеты.
13. Мировой океан и его экологические проблемы.
14. Общие характеристики водных экосистем: атмосферная влага.
15. Климатология и метеорология. Климатообразующие факторы. Солнечная радиация. Антропогенное влияние на климат. Метеорологические наблюдения и прогнозы.
16. Общие характеристики водных экосистем: болота, почвенная влага.
17. Водные циклы и роль воды в метаболизме живых систем.
18. Значение воды как экологического и ресурсного фактора.
19. Почвоведение. Образование почв и их роль в биосферных процессах. Экономическое значение. Окультуривание и деградация почв
20. Ландшафтоведение. Функционирование, продуктивность и устойчивость ландшафтов.

Объем реферата не более 25 листов. Оформление работы должно отвечать общим требованиям, установленным в университете.

Результат работы представляется на практическом (семинарском) занятии по соответствующей теме.

Требования к докладу на практическом (семинарском) занятии

Студенту предоставляется время для выступления на практическом (семинарском) занятии продолжительностью не более 15 минут: 10 минут - доклад, 5 минут - ответы на вопросы.

Студент представляет доклад в форме компьютерной презентации, выполненной в MS PowerPoint.

Презентация должна иметь:

слайд, содержащий полное название доклада, ФИО автора;

слайд, содержащий четко сформулированную решаемую задачу;

несколько слайдов, описывающих решение задачи;

слайд, содержащий краткие выводы из работы.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ЭКОЛОГИЯ И НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Направление подготовки

20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)

Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Рыбников П.А. доцент, к.г.м.н.

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Содержание

Общие методические указания по выполнению контрольной работы 3
1.Требования к выполнению контрольной работы. 4
1.1. Реферат. 4
2. Структура реферата 5
3. Темы рефератов. 6
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 7

Общие методические указания по выполнению контрольной работы

Самостоятельная работа студента очной формы обучения предусматривает изучение программного теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, выполнение индивидуальной контрольной работы и подготовку к экзамену.

Данные методические указания помогут студентам правильно организовать работу по подготовке, написанию и защите контрольной работы по дисциплине «Экология и Науки о Земле».

Контрольная работа является формой самостоятельной работы студента и позволяет закрепить полученные знания в процессе обучения. Контрольная работа представляется на проверку преподавателю в указанные сроки.

После выполнения и защиты контрольной работы студент допускается к экзамену.

Контрольная работа заключается в сборе необходимой информации, анализе источников литературы для написания и защиты реферата.

1.Требования к выполнению контрольной работы.

1.1. Реферат.

Реферат должен включать 3 раздела:

1 - проблемный - практический (анализ, обзор, творческое изложение статей ученых на выбранную тему в научных журналах за два года (текущий и предшествующий),

2 - собственное мнение на выделенную проблему;

3 - список научной литературы по выбранной теме.

Название реферата, с указанием ФИО автора должен обязательно быть указан на титульном листе.

Работа выполняется в тетради (объемом не более 25 листов) или печатается на листах формата А4. Примерный объем не более 25 страниц машинописного текста (шрифт Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал – 1,5).

Пример титульного листа указан в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

Рефераты, не соответствующие данным требованиям, а также написанные небрежным и непонятным почерком, на проверку не принимаются.

Уровень выполнения контрольной работы оценивается как «отлично», «хорошо» или «удовлетворительно». Реферат, получивший отметку «неудовлетворительно» возвращается студенту для исправления и доработки. Студенты, успешно выполнившие и защитившие реферат, допускаются к экзамену.

2. Структура реферата.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо придерживаться следующей структуры:

- титульный лист;
- введение;
- раскрытие темы реферата;
- заключение;
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей реферата. Образец его оформления приведен в Приложении 1.

Во введении содержатся общие сведения о выполненной работе (0,5-1 с.).

В раскрытие темы реферата студент должен показать умение применять полученную информацию, пользоваться различными источниками информации, делать на основе проанализированной информации аргументированные выводы.

Следует обратить особое внимание на выводы, которые должны обоснованы.

В заключении реферата (1 с.) в краткой форме резюмируются результаты работы.

3. Темы рефератов.

1. Водопотребление в мире и перспективы водопользования.
2. Влияние загрязнения поверхностных вод на биоту.
3. Очистка воды в бытовых условиях.
4. Гидротермальные источники.
5. Таяние ледников. Проблема потребления талой воды.
6. Минеральные воды и их влияние на здоровье человека.
7. Мировой океан - его экологическое значение и проблемы.
8. Решение проблемы пресной воды в странах с жарким климатом (Израиль)
9. Экологические проблемы Байкала.
10. Экологические проблемы южных морей России (Черное, Каспийское, Азовское).
11. Агрохимикаты и их влияние на водные объекты.
12. Проблемы питьевой воды
13. Вода и политика.(Международные и локальные конфликты вследствие нехватки
14. пресной воды)
15. Влияние качества воды на здоровье населения.
16. Проблема поворота северных рек
17. Водные технологии будущего
18. Вода в космосе
19. Вода на Марсе
20. Мифы об информационных свойствах воды.
21. «Серебряная» вода и ее целебные свойства
22. Комплекс наук о Земле. Геология – фундаментальная наука.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Реферат на тему…

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Студент _____
(Ф.И.О)

Группа:

Критерии оценивания:

Критерии оценки расчетно-графических работ	*Количество баллов*
Правильность ответа	0-5
Полнота и аргументированность	0-1
Наличие пояснений (анализа) предложенного решения поставленной задачи	0-2
Применение понятийного аппарата, профессиональной терминологии	0-2
Итого	0-10

9-10 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

7-8 баллов (70-89%) - оценка «хорошо»

5-6 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»

0 баллов (0) - оценка «неудовлетворительно».

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

ЭКОЛОГИЯ И НАУКИ О ЗЕМЛЕ

Направление подготовки
20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

квалификация выпускника: **бакалавр**

Автор: Москвина О.А., Рыбников П.А. доцент, к.г.м.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОЙ РАБОТЫ

Курсовая работа представляет собой самостоятельную письменную работу студента по определенной теме, демонстрирующая умения работать с объектами изучения, критическими источниками, справочной и энциклопедической литературой, логично и грамотно излагать собственные умозаключения и выводы, обосновывать и строить априорную модель изучаемого объекта или процесса, создавать содержательную презентацию выполненной работы.

Структура курсовой работы

Курсовая работа должна содержать:

- титульный лист (пример приведен в Приложении 1);
- содержание;
- введение;
- основную часть;
- заключение;
- список использованной литературы;
- приложения.

Оптимальный объем 25-30 страниц печатного текста.

Требования к содержанию работы

Во *введении* формулируется актуальность темы, историографический обзор, цель и задачи исследования, практическая значимость (примерный объем введения 3-5 страниц).

Основная часть содержит анализ научной литературы по изучаемой теме.

Материал основной части должен быть разбит на разделы, каждый раздел – озаглавлен, заголовок – отражать содержание раздела основной части (объем основной части – 15-20 страниц).

Заключение должно характеризовать в сжатом виде результаты исследования, четкие выводы (2-3 страницы).

Список литературы оформляется следующим образом (на усмотрение автора курсовой работы):

- в алфавитном порядке
- тематически-хронологический
- по видам источников

В приложения включается вспомогательный материал, на базе которого проводилось исследование: иллюстрации, копии документов, фотографии, рисунки, схемы, таблицы, статистические данные.

Правила оформления

Текст курсовой работы должен быть набран на компьютере интервалом 1 – 1,5 пт на одной стороне стандартного листа белой бумаги с полями: левое – 25 мм, нижнее – 20 мм, верхнее – 15 мм, правое – 10 мм. Нумерация страниц внизу страницы (посередине или в правом углу). Сноски в квадратных скобках в необходимых местах по тексту в конце предложения.

Тематика курсовых работ

Для написания курсовой работы может быть выбрана одна из тем:

1. Фундаментальные свойства биологических систем.
2. Тепловой баланс организма. Термобиологические типы организмов.
3. Стратегии выживания популяций.
4. Клинальная изменчивость. Экологические правила Бергмана, Аллена и Глогера.
5. Особенности фенетической структуры популяций.
6. Механизмы поддержания генетической гетерогенности популяций животных.
7. Типы адаптивных экологических стратегий, их проявление у разных видов животных.
8. Популяционная структура человека. Причины роста численности человечества и его перспективы
9. Биологическая продуктивность экосистем суши и мирового океана.
10. Биологические ритмы и их экологическое значение
11. Факторы и типы эволюционных процессов.
12. Учение В.И. Вернадского о биосфере и его значение для современной экологии.
13. Экосфера. Гипотезы о возникновении живого.
14. Глобальные экологические проблемы функционирования техносферы, пути примирения противоречий.
15. Трансформация энергии и круговорот химических элементов в экологических системах.
16. Экологические революции – этапы в изменении взаимоотношений человека со средой обитания.
17. Формы взаимодействия общества и природы и их развитие на современном этапе.
18. Экологические аспекты рационального природопользования при эксплуатации минеральных ресурсов.
19. Биологические ресурсы биосферы, экологические проблемы рационального использования.
20. Генетически модифицированные продукты. Добавки в пищевых продуктах. Пища Франкенштейна.
21. Экологические проблемы обеспечения человечества энергией.
22. Альтернативные источники энергии и сырья.
23. Экологические проблемы интенсификации сельского хозяйства.
24. Браконьерство и его роль в сокращении видового состава.
25. Экологические проблемы урбанизации.

Обучающимся может быть выбрана иная тема курсовой работы по согласованию с преподавателем.

Оценивание выполнения и защиты курсовой работы осуществляется простым суммированием баллов:

Критерии оценки курсовой работы	*Количество баллов*
качество выполненной работы	0-3
самостоятельность выполнения	0-1
логичность изложения материала	0-1
соответствие требованиям оформления	0-2
защита курсовой работы	0-3
Итого	0-10

Правила оценивания:

- 10 - 5 баллов – «зачтено»,
- 0 - 4 балла – «не зачтено».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Министерство науки и образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине «Экология и науки о Земле»

на тему: «Стратегии выживания популяций»

Зав. кафедрой А.В. Хохряков
Преподаватель О.А. Москвина
Студент И.И. Иванов

Екатеринбург, 20

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор: Коновалов И.В.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Содержание

Общие методические указания по выполнению контрольной работы 3
1.Требования к выполнению контрольной работы. 4
1.1. Реферат. 4
2. Структура реферата 5
3. Варианты заданий. 6
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 7
Рекомендуемая литература для выполнения контрольной работы. 8

Общие методические указания по выполнению контрольной работы

Самостоятельная работа студента очной обучения предусматривает изучение программного теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, выполнение индивидуальной контрольной работы и подготовку к экзамену. Данные методические указания помогут студентам правильно организовать работу по подготовке, написанию и защите контрольной работы по дисциплине «Основы производства и восстановление нарушенных ландшафтов» в 5 семестре.

Контрольная работа является формой самостоятельной работы студента и включает в себя написание реферата. Реферат представляется на проверку преподавателю в указанные сроки.

После выполнения и защиты реферата студент допускается к экзамену.

1.Требования к выполнению контрольной работы.

1.1. Реферат.

Требование к реферату: объем 28-35 страниц, обязательно указание всех ссылок на использованные интернет-ресурсы. Реферат сдается для предварительного просмотра в электронном виде (на USB-флеш-накопителе).

Название реферата, с указанием Ф.И.О. автора должен обязательно быть указан на титульном листе. Пример титульного листа указан в ПРИЛОЖЕНИИ 1

Реферат, получивший отметку «неудовлетворительно» возвращается студенту для исправления и доработки. Студенты, успешно защитившие реферат, допускаются к зачёту.

2. Структура реферата.

При написании реферата необходимо придерживаться следующей структуры:

- титульный лист;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей реферата. Образец его оформления приведен в Приложении 1.

Во введении блок должен содержать основные мысли и идеи, а также кратко описывать цели, задачи и этапы проведения исследования. Перед тем как написать введение к реферату, необходимо определить теоретическое и прикладное значение исследования. (1-2 страницы).

В основной части студент должен показать умение применять полученную информацию и делать на их основе аргументированные выводы.

Оформление основной части реферата осуществляется следующим образом:

- указывается название раздела, а затем составляется доклад по теме вопроса;
- каждая глава начинается с отдельной страницы;
- в конце главы нужно сделать краткие выводы по теме раздела.

В заключении реферата (1 страница) в краткой форме резюмируются результаты работы.

Список литературы должен быть оформлен согласно ГОСТ 7.1-2003.

Рефераты, не соответствующие данным требованиям на рецензирование не принимаются.

3. Варианты заданий.

Темы для рефератов.

1. Роль природных ресурсов в развитии общества. Основные тенденции в использовании ресурсов
2. Структура горного производства и схема его воздействия на окружающую среду
3. Комплексная оценка экологических последствий горно-обогатительного производства для окружающей природной среды
4. Проблемы обеспечения экологической безопасности при добыче и обогащении полезных ископаемых
5. Геотехнологические методы добычи полезных ископаемых
6. Методы обогащения полезных ископаемых и их экологическая оценка
7. Основные физико-химические процессы и продукты доменной плавки
8. Добыча нефти газа. Экологические проблемы при разработке нефтегазовых месторождений.
10. Воздействие металлургического производства на окружающую среду
11. Естественные строительные материалы
12. Технология производства и особенности использования бетонов и железобетонов
13.. Влияние производства и применения строительных материалов на окружающую среду
14. Значение электроэнергетики и виды электростанций. Воздействие на окружающую среду.
15. Гидрометаллургия драгоценных металлов.
16. Поиск и разведка месторождений полезных ископаемых
17. Использование драгоценных металлов в экономике
18. Обеспечение безопасности при эксплуатации реакторов различного типа на атомных электрических станциях
19. Характеристика экономики современной России и экологические проблемы развития общества
20. Первичная переработка нефти
21. Производство минеральных удобрений.

Оценивание реферата осуществляется следующим образом:

Критерии оценки реферата	Количество баллов
Задание выполнено в полном объеме, согласно требованиям к оформлению	0-10
Использование новых источников литературы	0-5
Наличие пояснений (анализа), вывода по теме реферата	0-5
Применение понятийного аппарата, профессиональной терминологии	0-5
Наличие аргументированного вывода	0-5
Итого	0-30

26-30 баллов (90-100%) - оценка «отлично»

22-24 баллов (70-89%) – оценка «хорошо»

16-20 баллов (50-69%) – оценка «удовлетворительно»

0-14 баллов (0-49%) – оценка «неудовлетворительно»

ПРИЛОЖЕНИЕ 1



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Реферат на тему…

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Студент _____
(Ф.И.О)

Группа:
Преподаватель:

20..

Рекомендуемая литература для выполнения контрольной работы.

Основная литература

1. Основы горного дела. Часть 1. Геология. Горные предприятия и выработки. Горные работы. Проведение горных выработок/ Под ред. проф. И.В. Дементьева. Учебное пособие. - Екатеринбург: Издательство Уральского государственного горного университета, 2007. - 290 с. Чуянов Г.Г. Технология обогащения полезных ископаемых: Учебное пособие. - Екатеринбург: Издательство Уральского государственного горного университета, 2007. - 113 с.
2. Леффлер У.Л. Переработка нефти. - М.: ЗАО «ОЛИМП-БИЗНЕС», 2007. - 227 с.
3. Комлев С.Г. Основы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие. - Екатеринбург: Издательство Уральского государственного горного университета, 2007. - 121 с.
4. Альбрехт В.Г. Основы производства: Курс лекций (рукопись). - Екатеринбург: Кафедра ИЭ Уральского государственного горного университета, 2008. - 427 с.

Дополнительная литература

1. Колтунов А.В. Геотехнология и гидрометаллургия. Конспект лекций. -Екатеринбург, Уральская государственная горно-геологическая академия, 2003.-206 с.
2. Арене В.Ж. Физико-химическая геотехнология: Учебное пособие. - М.: Издательство московского государственного горного университета, 2001. - 656 с.
3. Лотош В.Е. Технология основных производств в природопользовании. - Екатеринбург: 2-ое изд., Издательство УГЭУ, 1999. - 551 с. Хохряков В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых: Учебник для техникумов. -М.: Недра, 1991. -336 с. Справочник. Открытые горные работы / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Виницкий и др. - М.: Горное бюро, 1994. - 590 с. Экология и охрана природы при открытых горных работах / Под ред. проф. П.И. Томакова - М., Издательство во Московского государственного горного университета, 2000 - 418 с.
4. Сластунов СВ., Королева В.Н., Коликов К.С. и др. Горное дело и окружающая среда: Учебник. - М.: Логос, 2001. - 272 с. Подюков В.А., Токмаков В.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие: 2-е изд., доп. - Екатеринбург, Уральская государственная горно-геологическая академия, 2001. - 276 с. Ершов В.В., Еремин И.В. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. -М.: Недра, 1989. - 399 с.
5. Трубецкой К.Н., Шапарь А.Г. Малоотходная и ресурсосберегающая технология при открытых горных разработках. - М.: Недра, 1993. -426 с.
6. Томаков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация открытых горных работ. - М.: Недра, 1986. - 312 с. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. - М.: Строй-издат, 1986.-687 с.
7. Челищев Е.В. Металлургия черных и цветных металлов. - М.: Металлургия, 1993.-446 с.
8. Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС. - М.: Недра, 1992.-240 с.
9. Справочное пособие. Охрана природы при освоении морских и нефтегазовых месторождений / Гусейнов Т.И., Элекперов Р.Э. - М.: Недра, 1989.-232 с.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор: Хохряков А. В., профессор, д.т.н.,
Студенок Г.А., доцент, к.т.н.
Коновалов И.В.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Содержание

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта. 3
Темы курсовых проектов. 4
Критерии оценивания.....5
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 6
Список рекомендуемой литературы. 7

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта в 7 семестре

Курсовой проект - представляет собой проект на определение параметров основных производственных процессов при открытой разработке рудных и нерудных месторождений полезных ископаемых или техногенных месторождений (шлакоотвалы, шламо-хвостохранилища, отвалы пустых пород или некондиционного полезного ископаемого) с целью их утилизации и последующей рекультивации.

Проект составляется на основании материалов, выдаваемых на кафедре из фондов, включающих технологические и экологические показатели промышленных предприятий Уральского региона, а также материалы учебной и производственных практик.

Типовое название проекта: «Определение параметров планировочных работ с использованием бульдозерно-рыхлительного агрегата ДЗ-117 при разборке отвала доменных шлаков ОАО «НТМК» при заданных объемах работ и экологических ограничениях (защита атмосферы от пыления, защита поверхностных и подземных вод от загрязнения)». Экологические аспекты рассматриваются во всех проектах.

Целью курсового проекта являются:

- закрепление навыков самостоятельного решения инженерных задач с использованием компьютерных технологий, справочных и нормативных материалов;

Проект состоит из текстовой и графической частей.

Текстовая часть проекта оформляется в виде брошюрованной записки, содержащей: титульный лист (Приложение 1); оригинал задания на проектирование (прилагается к записке между титульным и первым листами); оглавление с перечислением разделов записки и их постраничного размещения; введение; главная часть; заключение; список использованной литературы.

Общий объем не должен превышать 25-30 страниц компьютерного набора, выполненного на одной стороне формата А4, с полями: верхнее- 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30мм, нижнее – 20 мм.

Напечатанный текст должен соответствовать следующим требованиям: шрифт Times New Roman, размер кегля – 12-14, интервал – 1-1,5 пт.

Все листы курсового проекта, за исключением титульного, нумеруются арабскими цифрами, внизу страницы.

Изложение текста в курсовом проекте должно быть сжатым, грамотным. Не допускаются сокращения слов, за исключением общепринятых. Предложения строятся в безлично-именной форме.

Таблицы, рисунки и схемы, помещенные в записку, нумеруются и именуются по содержанию. В тексте на них даются ссылки. Рисунки, таблицы, формулы нумеруются последовательно по разделам. Например, первый рисунок в разделе 1 имеет нумерацию 1.1, второй 1.2 и т.д. Первая таблица в разделе 2 имеет номер 2.1, вторая 2.2 и т.д.

Номера и заголовки к таблицам пишутся над ними, номера и названия рисунков – под ними. При аналитических расчетах сначала записывается формула с буквенным обозначением параметров, ставится знак равенства, подставляются значения параметров, и пишется результат вычислений. Ниже формулы дается расшифровка параметров и обоснование их значений. Специальные обозначения (формулы, символы), если нет возможности их отпечатать, вписываются четким почерком черными чернилами.

Курсовой проект должен иметь правильно оформленный научный аппарат. Цитаты, сноски, список литературы должны удовлетворять следующим требованиям: необходимо указывать фамилии и инициалы авторов работ; полное название работы (книги, статьи и т.п.).

Темы курсовых проектов.

1. Выемочно-погрузочные работы
2. Расчет параметров карьерного автотранспорта
3. Расчет параметров горных работ в карьере. Перемещение горной массы на карьере с применением ж/д транспорта
4. Расчет параметров и режима работы гидромониторных установок
5. Экскаваторное отвалообразование с применением ж/д транспорта
6. Колесные скреперы
7. Расчет рабочих параметров гусеничного бульдозера
8. Бульдозерно-автомобильное отвалообразование
9. Расчет выемочно-погрузочных работ в карьере с применением автотранспорта
10. Бульдозерно-рыхлительные агрегаты
11. Экскаваторное отвалообразование при бестранспортной схеме (внутренние отвалы) с применением драглайнов
12. Применение экскаваторного отвалообразования при транспортных схемах, внутренние отвалы с применением экскаваторов типа механической лопаты
13. Организация производства щебня с использованием ДСК
14. Расчет производительности карьера при применении экскаваторов
15. Выбор парка горного оборудования исходя из производительности карьера
16. Экскаваторы-драглайны
17. Определение параметров планировочных работ с использованием бульдозерно-рыхлительного агрегата ДЗ-117 при разборке отвала доменных шлаков
18. Категории запасов руды. Подсчет промышленных запасов месторождения. Потери и разубоживание

Критерии оценивания.

Оценивание выполнения и защиты курсового проекта осуществляется следующим образом:

Критерии оценки курсовой работы	Количество баллов
Соответствие работы предъявленным требованиям	0-5
определение и уточнение целей и задач написания реферата	0-5
умение собирать и систематизировать практический материал	0-5
умение самостоятельно анализировать и обрабатывать информация и источники литературы	0-5
умение делать выводы по исследуемой теме	0-5
Итого	0-25

23-25 баллов (90-100%) - оценка «отлично»
20-22 баллов (70-89%)- оценка «хорошо»
13-19 баллов (50-69%) - оценка «удовлетворительно»
0-12 баллов (0-49%) - оценка «неудовлетворительно».

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

На тему: «Расчет рабочих параметров гусеничного бульдозера»

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Руководитель проекта _____

Студент _____

Преподаватель: _____

(Ф.И.О)

Екатеринбург, 2018

Список рекомендуемой литературы.

Основная литература

1. Основы горного дела. Часть 1. Геология. Горные предприятия и выработки. Горные работы. Проведение горных выработок/ Под ред. проф. И.В. Дементьева. Учебное пособие. - Екатеринбург: Издательство Уральского государственного горного университета, 2007. - 290 с. Чуянов Г.Г. Технология обогащения полезных ископаемых: Учебное пособие. - Екатеринбург: Издательство Уральского государственного горного университета, 2007. - 113 с.
2. Леффлер У.Л. Переработка нефти. - М.: ЗАО «ОЛИМП-БИЗНЕС», 2007. - 227 с.
3. Комлев С.Г. Основы обогащения полезных ископаемых: учебное пособие. - Екатеринбург: Издательство Уральского государственного горного университета, 2007. - 121 с.
4. Альбрехт В.Г. Основы производства: Курс лекций (рукопись). - Екатеринбург: Кафедра ИЭ Уральского государственного горного университета, 2008. - 427 с.

Дополнительная литература

1. Колтунов А.В. Геотехнология и гидрометаллургия. Конспект лекций. -Екатеринбург, Уральская государственная горно-геологическая академия, 2003.-206 с.
2. Арене В.Ж. Физико-химическая геотехнология: Учебное пособие. - М.: Издательство московского государственного горного университета, 2001. - 656 с.
3. Лотош В.Е. Технология основных производств в природопользовании. - Екатеринбург: 2-ое изд., Издательство УГЭУ, 1999. - 551 с. Хохряков В.С. Открытая разработка месторождений полезных ископаемых: Учебник для техникумов. -М.: Недра, 1991. -336 с. Справочник. Открытые горные работы / К.Н. Трубецкой, М.Г. Потапов, К.Е. Виницкий и др. - М.: Горное бюро, 1994. - 590 с. Экология и охрана природы при открытых горных работах / Под ред. проф. П.И. Томакова - М., Издательство во Московского государственного горного университета, 2000 - 418 с.
4. Сластунов СВ., Королева В.Н., Коликов К.С. и др. Горное дело и окружающая среда: Учебник. - М.: Логос, 2001. - 272 с. Подюков В.А., Токмаков В.В. Безопасность жизнедеятельности. Учебное пособие: 2-е изд., доп. - Екатеринбург, Уральская государственная горно-геологическая академия, 2001. - 276 с. Ершов В.В., Еремин И.В. Геология и разведка месторождений полезных ископаемых. -М.: Недра, 1989. - 399 с.
5. Трубецкой К.Н., Шапарь А.Г. Малоотходная и ресурсосберегающая технология при открытых горных разработках. - М.: Недра, 1993. -426 с.
6. Томаков П.И., Наумов И.К. Технология, механизация и организация открытых горных работ. - М.: Недра, 1986. - 312 с. Горчаков Г.И., Баженов Ю.М. Строительные материалы. - М.: Строй-издат, 1986.-687 с.
7. Челищев Е.В. Металлургия черных и цветных металлов. - М.: Металлургия, 1993.-446 с.
8. Жабо В.В. Охрана окружающей среды на ТЭС и АЭС. - М.: Недра, 1992.-240 с.
9. Справочное пособие. Охрана природы при освоении морских и нефтегазовых месторождений / Гусейнов Т.И., Элекперов Р.Э. - М.: Недра, 1989.-232 с.

Методические рекомендации по выполнению курсового проекта в 8 семестре

1. Общие положения

Цели курсового проекта:

- закрепление навыков самостоятельного решения инженерных задач с использованием нормативных документов, технической литературы, справочных материалов;
- закрепление и систематизация знаний студентов по вопросам восстановления нарушенных ландшафтов применительно к расчету технико-экономических показателей рекультивации.

Курсовой проект выполняется по индивидуальному заданию, выдаваемому руководителем каждому студенту.

Проект состоит из текстовой и графической частей.

Текстовая часть проекта оформляется в виде брошюрованной записки, содержащей:

- титульный лист (Приложение 1);
- оригинал задания на проектирование (прилагается к записке между титульным и первым

листами);

- оглавление с перечислением разделов записки и их постраничного размещения;
- введение;
- основная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Во введении приводится название темы курсового проекта, определяются цели и задачи.

В основной части приводится текст с расчетами, обоснованиями, схемами и пояснениями.

В заключении резюмируются итоги выполненной работы, приводятся выводы о достижении целей и задач, заявленных во введении.

Завершает курсовой проект список используемой литературы – пронумерованный арабскими цифрами перечень используемых материалов.

Оформление курсового проекта должно отвечать действующим требованиям к изложению текстов.

Общий объем не должен превышать 25-30 страниц компьютерного набора, выполненного на одной стороне формата А4, с полями: верхнее- 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30мм, нижнее – 20 мм. Напечатанный текст должен соответствовать следующим требованиям: шрифт Times New Roman, размер кегля – 12-14, интервал – 1-1,5 пт. Все листы курсового проекта, за исключением титульного, нумеруются арабскими цифрами, внизу страницы.

Изложение текста в курсовом проекте должно быть сжатым, грамотным. Не допускаются сокращения слов, за исключением общепринятых. Предложения строятся в безлично-именной форме.

Таблицы, рисунки и схемы, помещенные в записку, нумеруются и именуются по содержанию. В тексте на них даются ссылки. Рисунки, таблицы, формулы нумеруются последовательно по разделам. Например, первый рисунок в разделе 1 имеет нумерацию 1.1, второй 1.2 и т.д. Первая таблица в разделе 2 имеет номер 2.1, вторая 2.2 и т.д.

Номера и заголовки к таблицам пишутся над ними, номера и названия рисунков – под ними. При аналитических расчетах сначала записывается формула с буквенным

обозначением параметров, ставится знак равенства, подставляются значения параметров, и пишется результат вычислений. Ниже формулы дается расшифровка параметров и обоснование их значений. Специальные обозначения (формулы, символы), если нет возможности их отпечатать, вписываются четким почерком черными чернилами.

Курсовой проект должен иметь правильно оформленный научный аппарат. Цитаты, сноски, список литературы должны удовлетворять следующим требованиям: необходимо указывать фамилии и инициалы авторов работ; полное название работы (книги, статьи и т.п.).

2. Исходные данные для работы

Задание: произвести расчет основных технико-экономических показателей технического этапа рекультивации отработанного карьера: объем засыпки карьера, тип и количество экскаваторов, бульдозеров и автосамосвалов, необходимых для рекультивации, время засыпки карьера.

Исходные данные:

$S_к$ – площадь карьера;
A – ширина дна карьера;
$H_к$ – глубина карьера;
$\alpha_к$ – результирующий угол откоса карьера;
n – число ярусов карьера;
h – высота уступа;
α – угол откоса уступа;
$М_{пп}$ – мощность плодородного слоя почвы;
$М_{ппп}$ – мощность потенциально плодородного слоя почвы;

3. Выполнение работы

3.1. Определение объемов работ при горнотехнической рекультивации.

а) общая ширина всех уступов с одной стороны карьера, м:

$$x = \frac{H_k}{tg\alpha_k}$$

б) ширина карьера по верху, м:

$B = A + 2x$

в) протяженность карьера, м:

$$L = \frac{S_k}{B}$$

г) объем снимаемого плодородного слоя почвы, $м^3$:

$$V_{nn} = M_{nn} * S_k$$

д) объем снимаемого потенциально плодородного слоя почвы, $м^3$:

$$V_{nnn} = M_{nnn} * S_k$$

е) площадь первого снизу яруса карьера, $м^2$:

Рассчитывается как площадь трапеции:

$$S_1 = \frac{1}{2} * (A + b_1) * \text{h}$$

где b_1 – ширина первого снизу яруса карьера по верху

$$b_1 = A + 2 * x_1$$

$x_1 = x_2 = \ldots = x_n$ – ширина уступа

$x_1 = h / tg\ \alpha$

ж) площади остальных ярусов карьера

$S_n = 0{,}5 * (b_{n-1} + b_n) * h$, где

$b_2, \ldots, b_n$ – ширина n-го яруса карьера по верху;

$b_n = b_{n-1} + 2 * x_n$

з) площадь поперечного сечения карьера:

$S_{попереч} = S_1 + S_2 + \ldots + S_n$;

и) объем засыпки карьера

$V_{зас} = S_{попереч} * L$

3.2. Определение производительности технологического оборудования.

Выбор оборудования осуществляется студентом самостоятельно. Технологические характеристики оборудования (время погрузки, объем ковша, объем породы в кузове и т. д.) принимаются по справочным данным.

3.2.1. Расчет производительности экскаваторов

а) сменная производительность экскаваторов при погрузке пород в автосамосвалы

$$Q_{см}^{э} = \frac{T_{см} - T_{лн} - T_{пз}}{t_п + t_{ус}} * V_a$$

где $T_{см}$ – продолжительность смены, мин (8*60=480 мин);

$T_{лн}$ – время на личные надобности, мин (10 мин);

$T_{пз}$ – времяна подготовительно-заключительные операции, мин (35 мин);

V_a – объем породы в кузове автомобиля, $м^3$

$t_п$ – время погрузки автомобиля, мин (1,3 мин);

$t_{ус}$ – время установки автомобиля под погрузку, мин (0,3 мин);

б) количество экскаваторов, необходимое для проведения работ по погрузке в автосамосвал грунтов плодородного слоя почвы:

$$N_э^{пп} = \frac{V_с^{пп}}{Q_{см}^{э} * T_р}$$

$T_р$ – число смен работы экскаватора в течение планируемого периода;

в) количество экскаваторов, необходимое для проведения работ по погрузке в автосамосвал грунтов потенциально плодородного слоя почвы:

$$N_{э}^{ппп} = \frac{V_{с}^{ппп}}{Q_{см}^{э} * T_{р}}$$

3.2.2. Расчет производительности бульдозера

а) сменная производительность бульдозера:

$$Q_{экспл.}^{б} = \frac{3600 * V_{в} * а_{п} * К_{укл} * Т_{р} * К_{о} * К_{и}^{б}}{t_{ц}^{б} * К_{р}}$$

где $V_{в}$ – объем породы в рыхлом состоянии, перемещаемый отвалом бульдозера (призма волочения), м^3;

$$V_{в} = 0{,}5 * а * h * l * K_{э}$$

где l – длина отвала бульдозера, м

h - высота отвала бульдозера, м

а – ширина призмы перемещенного грунта, м;

$$а = \frac{h}{tg\varphi}$$

где φ – угол естественного откоса грунта (30-40°);

$К_{э}$ – коэффициент, учитывающий трудность экскавации почв и пород ($К_{э}$ = 0,85 для уплотненных);

$К_{р}$ – коэффициент разрыхления грунта в призме волочения ($К_{р}$ = 1,2-1,25 – растительный грунт);

$а_{п}$ – коэффициент, учитывающий потери грунта в процессе его перемещения;

$$а_{п} = l - L_{n} * \beta$$

где L_{n} – длина пути перемещения грунта, м (650 м);

β – коэффициент, учитывающий потери грунта в процессе транспортирования на длине L_{n} ($\beta = 0{,}008 - 0{,}004$);

$Т_{р}$ – продолжительность работы бульдозера (смены), ч (8 ч);

$К_{укл}$ – коэффициент, учитывающий уклон на участке работы ($К_{укл}$ =0,6);

$К_и^б$ – коэффициент использования бульдозера во времени ($К_и^б$=0,7-0,8);

$К_о$ – коэффициент, учитывающий работу бульдозера с отрылками ($К_о = 1{,}10 - 1{,}20$);

$t_ц^б$ – продолжительность одного цикла, с (65,5 с);

$$t_ц^б = \frac{L_р}{\vartheta_р} + \frac{L_п}{\vartheta_п} + \frac{L_р + L_п}{\vartheta_{з.х}} + t_п + 2 * t_р = \frac{10}{0{,}67} + \frac{10}{1{,}1} + \frac{10+10}{1{,}6} + 9 + 2 * 10 = 65{,}5 \text{ с},$$

где $L_р, L_п$ – длина пути соответственно при резании и перемещении грунта, м (10 м и 10 м);

$\vartheta_р, \vartheta_п, \vartheta_{з.х}$ – скорости трактора соответственно при резании, перемещении грунта и холостом (заднем) ходе, $^м/_с$ (соответственно 0,67 $^м/_с$, 1,1 $^м/_с$, 1,6 $^м/_с$);

$t_п$ – время переключения скоростей, (9 с),

$t_р$ – время разворота бульдозера, с (10 с).

б) расчет количества бульдозеров, необходимого для выполнения работ по резанию и перемещению грунтов плодородного слоя почвы:

$$N_б^{пп} = \frac{V_с^{пп}}{Q_{экспл.}^б * T_р}$$

в) расчет количества бульдозеров, необходимого для выполнения работ по резанию и перемещению грунтов потенциально-плодородного слоя почвы:

$$N_б^{ппп} = \frac{V_с^{ппп}}{Q_{экспл.}^б * T_р}$$

3.2.3. Расчет производительности автосамосвала

а) определение эксплуатационной сменной производительности автосамосвала:

$$Q^{а}_{экспл.} = \frac{60*Е_к*Т_р*К_н*К^{а}_и}{t^{а}*К_р}$$

где $Е_к$ – вместимость кузова автосамосвала, м^3

$К_н, К_р$ – соответственно коэффициенты наполнения и разрыхления грунта (соответственно 1,2 и 1,25);

$Т_р$ – продолжительность смены, ч (8 ч);

$К^{а}_и$ – коэффициент использования автосамосвала во времени (0,8);

$t^{а}$ – время рейса автосамосвала, мин (8,48 мин);

$$t^{а} = t_{дв} + t_{погр} + t_{раз} + t_{уст} + t_{ож} = 4{,}88 + 1{,}3 + 0{,}8 + 0{,}5 + 1 = 8{,}48 \text{ мин},$$

где $t_{дв}$ – время движения автосамосвала на рейс, мин (4,88 мин);

$t_{погр}$ – время погрузки автосамосвала, мин (1,3 мин);

$t_{уст}, t_{раз}, t_{ож}$ – соответственно время установки, время разгрузки, время ожидания, мин (соответственно 0,5; 0,8; 1).

б) расчет количества автосамосвалов, необходимых для транспортировки плодородного слоя почвы:

$$N^{пп}_{а} = \frac{V^{пп}_{с}}{Q^{а}_{экспл.} * T_р}$$

в**)** расчет количества автосамосвалов, необходимых для транспортировки потенциально плодородного слоя почвы:

$$N^{ппп}_{а} = \frac{V^{ппп}_{с}}{Q^{а}_{экспл.} * T_р}$$

3.3. Расчет времени засыпки карьера

а) время работы экскаваторов

$$t_р = \frac{V_{зас.}}{Q^{э}_{см} * N_э}$$

б) время работы автосамосвалов

$$t_р = \frac{V_{зас.}}{Q^{а}_{экспл.} * N_а}$$

Варианты исходных данных для курсового проекта

Порядковый номер студента по журналу	S_k	A	H_k	$\alpha_к$	n	h	α	$M_{пп}$	$M_{ппп}$
1	4600	60	50	40	5	10	60	0,3	1,7
2	5600	80	48	38	4	12	56	0,4	1,4
3	6800	100	42	45	3	14	52	0,2	1,5
4	7200	120	69	32	6	13	50	0,3	1,6
5	8600	140	75	36	5	15	58	0,4	1,3
6	9200	160	50	40	5	10	60	0,5	1,2
7	10600	180	48	38	4	12	56	0,1	1,1
8	11100	200	42	45	3	14	52	0,4	1,0
9	12000	220	69	32	6	13	50	0,2	0,9
10	14000	240	75	36	5	15	58	0,3	0,8
11	4600	60	50	40	5	10	60	0,3	1,7
12	5600	80	48	38	4	12	56	0,4	1,4
13	6800	100	42	45	3	14	52	0,2	1,5
14	7200	120	69	32	6	13	50	0,3	1,6
15	8600	140	75	36	5	15	58	0,4	1,3
16	9200	160	50	40	5	10	60	0,5	1,2
17	10600	180	48	38	4	12	56	0,1	1,1
18	11100	200	42	45	3	14	52	0,4	1,0
19	12000	220	69	32	6	13	50	0,2	0,9
20	14000	240	75	36	5	15	58	0,3	0,8
21	4600	60	50	40	5	10	60	0,3	1,7
22	5600	80	48	38	4	12	56	0,4	1,4
23	6800	100	42	45	3	14	52	0,2	1,5
24	7200	120	69	32	6	13	50	0,3	1,6
25	8600	140	75	36	5	15	58	0,4	1,3
26	9200	160	50	40	5	10	60	0,5	1,2
27	10600	180	48	38	4	12	56	0,1	1,1
28	11100	200	42	45	3	14	52	0,4	1,0
29	12000	220	69	32	6	13	50	0,2	0,9
30	14000	240	75	36	5	15	58	0,3	0,8

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ
по дисциплине «Восстановление нарушенных ландшафтов»

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Руководитель проекта …….

Студент ……

Екатеринбург, 20..

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ОСНОВЫ ПРОИЗВОДСТВА И ВОССТАНОВЛЕНИЕ НАРУШЕННЫХ ЛАНДШАФТОВ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор: Хохряков А. В., профессор, д.т.н.,
Студенок Г. А., доцент, к.т.н.

Одобрен на заседании кафедры
Инженерной экологии
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Студенок Г.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 12.09.2024
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией
Инженерно-экономического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Основы производства и восстановление нарушенных ландшафтов» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить расчетно-графическую работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен зачет.

Занятия по дисциплине «Основы производства и восстановление нарушенных ландшафтов» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Основы производства и восстановление нарушенных ландшафтов» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя курсовую работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, расчетно-графической работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины (работа с литературой и интернет-ресурсами);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к дискуссии;
- выполнение курсовой работы и подготовка к ее защите;
- тестирование.

Повторение материала лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля), подготовка к коллоквиуму позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Подготовка к дискуссии состоит в изучении конкретного вопроса для последующего обмена мнениями, идеями между двумя и более лицами.

Подготовка к докладу состоит в изучении конкретного вопроса, подготовке презентации и выступления.

Подготовка к выполнению курсовой работы и подготовка к ее защите заключается в изучении определенной методики для решения ставящихся задач, материалов для их решения и подготовке ответов на вопросы преподавателя по работе.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом. Подготовка к тестированию включает в себя дополнительное повторение пройденного материала.

Конкретные виды заданий по дисциплине «Восстановление нарушенных ландшафтов» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

8 семестр

Тема 1. Ландшафт, его компоненты и ландшафтообразующие факторы.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса:

Изучить разделы 2 и 3 учебного пособия: Наука о земле. Ландшафтоведение / Галицкова Ю.М., Самара: Самарский государственный архитектурно-строительный университет, ЭБС АСВ, 2011.

3. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, устному опросу:

1. Ландшафт, его компоненты и ландшафтообразующие факторы.
2. Морфология ландшафта.
3. Элементарные ландшафтные единицы.
4. Понятия фации и урочища.
5. Техногенный ландшафт.

Тема 2. Характер нарушения земель горнорудными предприятиями.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса:

Изучить раздел 1 учебного пособия: Рекультивация земель, нарушенных горным и обогатительным производством: учебное пособие. - Кафедра ИЭ УГГУ / В.В. Бахин. Екатеринбург, 2008.

3. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, устному опросу, тесту:

1. Земельный отвод горного предприятия. Состав земель, изымаемых при строительстве объектов горного предприятия.
2. Количественные и качественные критерии оценки нарушения земельных ресурсов.
3. Направления воздействия горного предприятия на земельные ресурсы.
4. Деградация почв как последствие техногенного воздействия.
5. Оценка техногенного воздействия на состояние земельных ресурсов.

4. Ответьте на тестовые вопросы:

1. Дайте определение: земельный отвод предприятия - это...
2. Земли Свердловской области представлены главным образом:

а) землями сельскохозяйственного назначения
б) землями лесохозяйственного назначения
в) землями промышленности
г) землями транспорта

3. Количественный критерий нарушения земельных ресурсов:

а) объем
б) площадь
в) периметр
г) нет верного ответа

4. Направления воздействия горного предприятия на земельные ресурсы (выберите один или несколько вариантов):

а) изъятие
б) загрязнение
в) трансформация
г) нет верного ответа
5. Исходная информация, необходимая для оценки воздействия горного предприятия на состояние земельных ресурсов
а) данные о земельном отводе
б) данные о составе почв
в) данные о качестве почв
г) нет верного ответа
6. Дайте определение: деградация почв - это...
7. Оценка техногенного воздействия на состояние земельных ресурсов производится:
а) в два этапа
б) в три этапа
в) в четыре этапа
г) количество этапов может быть любым
8. Показатели эффективности использования земель:
а) землеемкость производства
б) объем изъятого почвенного слоя
в) землеемкость по отношению к объему изъятого почвенного слоя
г) нет верного ответа
9. Пути повышения эффективности использования земель при разработке месторождений:
а) оптимальное размещение объектов в земельном отводе
б) установка очистных сооружений
в) рекультивация
г) нет верного ответа
10. Причина деградации почв:
а) засоление
б) загрязнение
в) захламление
г) все ответы верны

Тема 3. Масштабы и характер нарушения земель при ведении горных работ.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса:

Изучить раздел 2 учебного пособия: Рекультивация земель, нарушенных горным и обогатительным производством: учебное пособие. - Кафедра ИЭ УГГУ / В.В. Бахин. Екатеринбург, 2008.

3. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, устному опросу:

1. Мероприятия по охране ландшафта.
2. Рекультивация - обязательный этап разработки месторождения.
3. Задачи рекультивации.
4. Значение рекультивации с точки зрения возврата земель в хозяйственный оборот.
5. Масштабы рекультивационных работ.
6. Социально-экологические аспекты вопроса восстановления нарушенных ландшафтов.

Тема 4. Технология ведения горных работ с учетом последующего восстановления нарушенных ландшафтов.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, устному опросу:

1. Взаимосвязь вскрышных и отвальных работ.
2. Задачи рационального использования площади земельного отвода.
3. Требования к технологии ведения горных работ с учетом последующей рекультивации.
4. Снятие, хранение и использование почвенного слоя.
5. Характеристика вскрышных пород как материала для горнотехнической рекультивации.
6. Мощность плодородного и потенциально плодородного слоя.
7. Технологические схемы разработки почвенного слоя. Бульдозерная схема снятия почвенного слоя.

Тема 5. Формирование отвалов с учетом последующей рекультивации.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, контрольной работе:

1. Выбор места размещения отвалов. Требования к процессу отвалообразования.
2. Технологические схемы формирования отвалов при транспортных и бестранспортных схемах разработки.
3. Параметры почвенных отвалов.
4. Эффективность использования земель при отвалообразовании.

Тема 6. Восстановление (рекультивация) нарушенных земель

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса: изучить разделы 3, 4, 6 учебного пособия: Рекультивация земель, нарушенных горным и обогатительным производством: учебное пособие. - Кафедра ИЭ УГГУ / В.В. Бахин. Екатеринбург, 2008.

3. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, групповому обсуждению, дискуссии:

1. Горнотехнический этап рекультивации.
2. Биологический этап рекультивации.
3. Создание почвенного слоя на рекультивируемых площадях. Требование к почвенному слою, создаваемому на рекультивируемых площадях.
4. Лесохозяйственное направление рекультивации.
5. Затопление карьеров как способ восстановления нарушенного водного баланса территории. Требования и состав работ при затоплении карьеров.
6. Учет геологических и гидрогеологических характеристик карьеров при их рекультивации.

7. Сухая консервация карьеров. Внутренне отвалообразование – этап горнотехнической рекультивации. Транспортная и бестранспортная схемы заполнения выработанного пространства при сухой консервации карьеров.
8. Схемы горнотехнической рекультивации отвалов. Схема с «бестранспортной» технологией. Схема рекультивации при транспортной технологии.
9. Выполаживание и террасирование откосов при рекультивации. Планировочные работы при горнотехнической рекультивации. Стабилизация отвалов. Подготовка отвалов под строительство.
10. Рекультивация земной поверхности, нарушенной при подземном способе разработки.
11. Рекультивация хвостохранилищ, рекультивация малопродуктивных земель.

Тема 7. Почва – основной фактор биологической рекультивации

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, групповому обсуждению, дискуссии:

1. Классификация почв с точки зрения их пригодности для биологической рекультивации.
2. Состав и свойства почвы.
3. Факторы, определяющие почвенное плодородие.
4. Кислые и щелочные почвы. Способы регулирования реакции почвенного раствора рекультивационного слоя.
5. Поглотительная способность почвы.

Тема 8. Эколого-экономическая эффективность рекультивации земель.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, групповому обсуждению, дискуссии:

1. Определение экономической эффективности рекультивации нарушенных земель.
2. Пути повышения эффективности рекультивации нарушенных земель.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Выполнить курсовую работу, воспользовавшись соответствующими методическими указаниями.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки дискуссии

Суждения зрелые, обоснованные, высказаны с использованием профессиональной терминологии, логично – 5,75-6,25 баллов;

Суждения не совсем зрелые или необоснованные, при ответе использована профессиональная терминология, суждение логично – 4,75 – 5,5 баллов;

Суждения незрелые, необоснованные, бытовая речь, нелогичный ответ – 3,75– 4,5 балла;

Суждения нет, бытовая речь, нелогичный ответ – 0– 3,5 балла.

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 5,75-6,25 балла

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 4,75 – 5,5 баллов;

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 3,75– 4,5 балла;

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0– 3,5 балла.

Критерии оценки теста

Ответ правильный – 1 балл

Ответ неправильный – 0 баллов

Правила оценивания:

9-10 правильных ответов (90-100%) - оценка «отлично»

7-8 правильных ответов (70-80%) - оценка «хорошо»

5-6 правильных ответов (50-60%)- оценка «удовлетворительно»

0-4 правильных ответов (0-40%) - оценка «неудовлетворительно»

Критерии оценки устного опроса

Ответ всесторонне и глубоко освещает предложенный вопрос, устанавливает взаимосвязь теории с практикой, показывает умение студента работать с литературой, делать выводы (правильный и полный ответ), грамотная речь – 3,4 - 3,6 баллов.

Ответ отвечает основным предъявляемым требованиям; студент обстоятельно владеет материалом, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы (точный, но неполный ответ), встречаются слова «сорняки» – 3-3,3 баллов.

Ответ неполно раскрывает поставленные вопросы. Студент владеет материалом, однако поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные недочеты (неточный и неполный ответ), недостаточна культура речи – 1,8-2,9 балла.

Ответы на вопросы неправильны и не отличаются аргументированностью. Студент не показывает необходимых минимальных знаний по вопросу, а также, если студент отказывается отвечать (неправильный ответ, отказ от ответа) – 0 – 1,7 балла.

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 3,4-3,6 баллов;

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 3-3,3 баллов;

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 1,8-2,9 балла;

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ К ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКИХ РАБОТ

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Автор: Хохряков А. В., профессор, д.т.н.,
Студенок Г. А., доцент, к.т.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

7 СЕМЕСТР

Содержание

Расчетная работа № 1. Определение класса опасности отхода для окружающей среды расчетным методом 3
Расчетная работа № 2. Инвентаризации отходов предприятия. Идентификация отходов в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО). 9
Расчетная работа № 3. Расчет нормативов образования отходов и лимитов ни их размещение.....14
Расчетная работа № 4. Определение ежегодного экологического ущерба в результате хозяйственной деятельности 19

Расчетная работа № 1
Определение класса опасности отхода для окружающей среды расчетным методом

Цель работы: изучение порядка отнесения отходов к классу опасности для окружающей среды.

1. Краткие теоретические сведения

Класс опасности отходов устанавливается по степени возможного вредного воздействия на окружающую природную среду (ОПС) при непосредственном или опосредованном воздействии опасного отхода на нее в соответствии с критериями, приведенными в таблице 1.

Таблица 1

N п/п	СТЕПЕНЬ вредного воздействия опасных отходов на ОПС	КРИТЕРИИ отнесения опасных отходов к классу опасности для ОПС	КЛАСС ОПАСНОСТИ отхода для ОПС
1.	ОЧЕНЬ ВЫСОКАЯ	Экологическая система необратимо нарушена. Период восстановления отсутствует	I КЛАСС ЧРЕЗВЫЧАЙНО ОПАСНЬЕ
2.	ВЫСОКАЯ	Экологическая система сильно нарушена. Период восстановления не менее 30 лет после полного устранения источника вредного воздействия	II КЛАСС ВЫСОКООПАСНЫЕ
3.	СРЕДНЯЯ	Экологическая система нарушена. Период восстановления не менее 10 лет после снижения вредного воздействия от существующего источника	III КЛАСС УМЕРЕННО ОПАСНЫЕ
4.	НИЗКАЯ	Экологическая система нарушена. Период самовосстановления не менее 3-х лет	IV КЛАСС МАЛООПАСНЬЕ
5.	ОЧЕНЬ НИЗКАЯ	Экологическая система практически не нарушена.	V КЛАСС ПРАКТИЧЕСКИ НЕОПАСНЫЕ

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС может осуществляться расчетным или экспериментальным методами. В случае отнесения производителями отходов отхода расчетным методом к 5-му классу опасности, необходимо его подтверждение экспериментальным методом. При отсутствии подтверждения 5-го класса опасности экспериментальным методом отход может быть отнесен к 4-му классу опасности.

Отнесение опасных отходов к классу опасности
для окружающей природной среды расчетным методом.

Отнесение отходов к классу опасности для ОПС расчетным методом осуществляется на основании показателя (К), характеризующего степень опасности отхода при его воздействии на ОПС, рассчитанного по сумме показателей опасности веществ, составляющих отход (далее - компоненты отхода), для ОПС ($К_i$).

Перечень компонентов отхода и их количественное содержание устанавливаются по составу исходного сырья и технологическим процессам его переработки или по результатам количественного химического анализа.

Показатель степени опасности компонента отхода ($К_i$) рассчитывается как соотношение концентраций компонентов отхода ($С_i$) с коэффициентом его степени опасности для ОПС (W_i); коэффициентом степени опасности компонента отхода для ОПС является условный показатель, численно равный количеству компонента отхода, ниже значения которого он не оказывает негативного воздействий на ОПС. Размерность коэффициента степени опасности для ОПС условно принимается как мг/кг.

Для определения коэффициента степени опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода устанавливаются степени их опасности для ОПС для различных природных сред в соответствии с Таблицей 2.

Таблица 2

N п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода			
		1	2	3	4
1.	ПДКп [1] (ОДК [2]), мг/кг	<1	1-10	10,1-100	>100
2.	Класс опасности в почве	1	2	3	не установ.
3.	ПДКв (ОДУ.ОБУВ), мг/л	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
4.	Класс опасности в воде хозяйственно-питьевого использования	1	2	3	4
5.	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	<0,001	0,001-0,01	0,011-0,1	>0,1
6.	Класс опасности в воде рыбохозяйственного использования	1	2	3	4
7.	ПДКс.с.(ПДКм.р., ОБУВ), мг/м [3]	<0,01	0,01-0,1	0,11-1	>1
8.	Класс опасности в атмосферном воздухе	1	2	3	4
9.	ПДКпп (Мду, МДС), мг/кг	<0,01	0,01-1	1,1-10	>10
10.	Lg(S, мг/л/ПДКв, мг.л) [3]	>5	5-2	1,9-1	<1
11.	Lg(Снас, мг/м [3] /ПДКр.з)	>5	5-2	1,9-1	<1
12.	Lg(Снас, мг/м [3] /ПДКс.с. или ПДКм.р.)	>7	7-3,9	3,8-1,6	<1,6
13.	Lg Kow(октанол/вода)	>4	4-2	1,9-0	<0
14.	LD_{50} мг/кг	<15	15-150	151-5000	>5000
15.	LD_{50} , мг/кг [3]	<500	500-5000	5001-50000	>50000
16.	$LD_{50}^{водн.}$ мг/л/96ч	<1	1-5	5,1-100	>100

N п/п	Первичные показатели опасности компонента отхода	Степень опасности компонента отхода для ОПС по каждому компоненту отхода			
		1	2	3	4
17.	БД=БПК $_5$ /ХПК 100%	<0,1	0,01-1,0	1,0-10	>10
18.	Персистентность (трансформация в окружающей природной среде)	Образование более токсичных продуктов, в т.ч. обладающих отдаленными эффектами или новыми свойствами	Образование продуктов с более выраженным влиянием других критериев опасности	Образование продуктов, токсичность которых близка к токсичности исходного вещества	Образование менее токсичных продуктов
19.	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)	Выраженное накопление во всех звеньях	Накопление в нескольких звеньях	Скопление в одном из звеньев	Нет накопления
	БАЛЛ	1	2	3	4

---

[1] Используемые сокращения приведены в приложении 1.

[2] В случаях отсутствия ПДК токсичного компонента отхода допустимо использование другой нормативной величины, указанной в скобках.

[3] Если S= ∞ , то lg (S/ПДК)=1, если S=0, то lg (S/ПДК)=0

В перечень показателей, используемых для расчета W_i, включается показатель информационного обеспечения для учета недостатка информации по первичным показателям степени опасности компонентов отхода для ОПС.

Показатель информационного обеспечения рассчитывается путем деления числа установленных показателей (n) на 12 (N - количество наиболее значимых первичных показателей опасности компонентов отхода для ОПС).

Баллы присваиваются следующим диапазонам изменения показателя информационного обеспечения.

Таблица 3

ДИАПАЗОНЫ изменения показателя информационного обеспечения (n/N)	БАЛЛ
<0,5 (n < 6)	1
0,5 - 0,7 (n = 6 - 8)	2
0,71 - 0,9 (n = 9 - 10)	3
>0,9 (n > 11)	4

По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОПС в различных природных средах рассчитывается относительный параметр опасности компонента отхода для ОПС (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

Коэффициент W_i рассчитывается по одной из следующих формул:

$$\lg W_1 = \begin{cases} 4 - 4 / Z_i; & \text{Для } 1 < Z_i < 2 \quad (1.1) \\ Z; & \text{Для } 2 < Z_i < 4 \quad (1.2) \\ 2 + 4/(6 - Z_i), \text{ где} & \text{Для } 4 < Z_i < 5 \quad (1.3) \end{cases}$$

$$Z_i = 4 X_i /3 - 1/3 \quad (1.4)$$

Показатель степени опасности компонента отхода для ОПС K_i рассчитывается по формуле:

$$K_i = C_i /W_i , \quad (1.5)$$

где

C_i - концентрация i-го компонента в опасном отходе (мг/кг отхода);

W_i - коэффициент степени опасности i-го компонента опасного отхода для ОПС (мг/кг).

$$K = K_1 + K_2 + ...+ K_n , \quad (1.6)$$

где

К - показатель степени опасности отхода для ОПС;

K_1, K_2, ...K_n - показатели степени опасности отдельных компонентов отхода для ОПС.

Отнесение отходов к классу опасности расчетным методом по показателю степени опасности отхода для ОПС осуществляется в соответствии с Таблицей 4.

Таблица 4

КЛАСС ОПАСНОСТИ ОТХОДА	СТЕПЕНЬ ОПАСНОСТИ ОТХОДА ДЛЯ ОПС (К)
I	$10^6 \geq K > 10^4$
II	$10^4 \geq K > 10^3$
III	$10^3 \geq K > 10^2$
IV	$10^2 \geq K > 10$
V	$K \leq 10$

2. Порядок выполнения работы

Лабораторная работа выполняется по индивидуальному заданию, получаемому у преподавателя. Задание представляет собой результаты химического состава отхода, класс которого необходимо определить расчетным методом:

Пример:

Вариант 00. **Отход:** **Шлаки электропечей, *код 312 000 00 00 00 0***

Состав отхода:

№	Название компонента	Ci, мг/кг	Wi, мг/кг	Ki
1	Кадмий	0,800		
2	Марганец	93124,000		
3	Медь	317,000		
4	Мышьяк	9,300		
5	Железо металлическое, оксид железа	196170,000		
6	Никель	181,000		
7	Свинец	28,500		
8	Кремния диоксид	470000,000		
9	Алюминий	2519,000		
10	Кальций	26650,000		
11	Магний	86640,000		
12	Хром	969,000		
13	Цинк	33,100		
14	Сера	457,000		
	Итого:	877098,700		

На основании химического состава отхода для каждого элемента заполняется своя таблица:

Элемент:		
Характеристика	Значение	Балл
ПДКп (ОДК), мг/кг		
Класс опасности в почве		
ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л		
Класс опасности в воде хоз.-пит. использования		
ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л		
Класс опасности в воде рыб.-хоз. использования		
ПДКс.с. (ПДКм.р., ОБУВ), мг/м3		
Класс опасности в атмосферном воздухе		
ПДКпп (МДУ, МДС), мг/кг		
Lg (S, мг/л / ПДКв, мг/л)		
Lg (Снас, мг/м3 / ПДКр.з)		
Lg (Снас, мг/м3 / ПДКс.с. или ПДКм.р.)		
lg Kow (октанол / вода)		
LD50, мг/кг		
LC50, мг/м3		
LC50 водн., мг/л / 96 ч		
БД = БПК5 / ХПК 100%		
Персистентность (трансформация в ОС)		
Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)		
Показатель информационного обеспечения		
Сумма баллов:		
Xi = Сумма баллов / число параметров		
Zi = 4 Xi / 3 - 1 / 3		
lg Wi =		

1. Определение степени опасности компонентов отхода

1.1. Определяются значения первичных показателей опасности компонента отхода (из Приложения 2) и устанавливаются степени их опасности для ОПС для различных

природных сред в соответствии с Таблицей 2 с присвоением соответствующего количества баллов.

1.2. По итогам учета всех первичных показателей опасности отхода (в т.ч. показателя информационного обеспечения) все набранные баллы суммируются.

2. Расчет коэффициента степени опасности отхода для ОПС (W_i)

2.1. По установленным степеням опасности компонентов отхода для ОПС в различных природных средах рассчитывается относительный параметр опасности компонента отхода для ОПС (X_i) делением суммы баллов по всем параметрам на число этих параметров.

2.2. По формуле 1.4. рассчитывается промежуточный показатель Z_i

2.3. В зависимости от полученного значения Z_i по формулам 1.1-1.3 рассчитывается $\lg W_i$.

3. Определение класса опасности отхода для ОПС

3.1. На выданном бланке задания в таблицу вносятся рассчитанные значения коэффициентов степени опасности отхода для ОПС (W_i) для каждого элемента и рассчитываются показатели степени опасности компонента (K_i) по формуле 1.5.

3.2. Рассчитывается показатель степени опасности отхода для ОПС (К) по формуле 1.6.

3.3. Класс опасности отхода для ОПС определяется в соответствии с таблицей 4.

Расчетная работа № 2.
Инвентаризации отходов предприятия. Идентификация отходов в соответствии с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО).

Цель работы: обучение работе с Федеральным классификационным каталогом отходов (ФККО), изучение процедуры инвентаризации отходов.

1. Краткие теоретические сведения.

Федеральный классификационный каталог отходов (ФККО) введен в действие Приказом Министерства природных ресурсов Российской Федерации от 2 декабря 2002 г. № 786 "Об утверждении федерального классификационного каталога отходов" (с изменениями от 30 июля 2003 г.).

ФККО является нормативным документом, который устанавливает порядок классификации отходов и предназначен для юридических лиц и индивидуальных предпринимателей, чья деятельность связана с обращением с опасными отходами, и государственных органов, осуществляющих контроль в сфере обращения с отходами.

В соответствии с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» (статья 20), ФККО является элементом ***Государственного кадастра отходов,*** который включает государственный реестр объектов размещения отходов и банк данных об отходах и о технологиях использования и обезвреживания отходов различных видов.

Система классификации отходов, принятая в ФККО, дает возможность:

- Обеспечить стандартное (однозначное) описание отходов, при котором конкретный вид отхода должен быть классифицирован (идентифицирован) только одним способом.
- Дать юридически точное, однозначное и практически применимое определение опасных отходов, предусматривающее возможность объективной проверки правильности его применения к тому или иному отходу.
- Дать возможность статистической обработки и группировки информации об отходах по определенным параметрам (происхождению, химическому составу, агрегатному состоянию, опасным свойствам, классам опасности для окружающей природной среды).
- Обеспечить использование существующей нормативной и методической документации в системе управления отходами.

Все отходы, включенные в ФККО, систематизированы по совокупности приоритетных признаков:

- по происхождению отхода и химическому составу;
- агрегатному состоянию;
- опасным свойствам;
- экологической опасности (опасности для окружающей природной среды).

Каждому наименованию отхода присвоен свой 13-значный код отхода.

ФККО имеет иерархическую структуру, в которой выделяется пять уровней классификации – ***блоки, группы, подгруппы, позиции, субпозиции*.**

Высшими уровнями классификации являются блоки и группы, сформированные по признаку источников образования отходов и происхождению сырья.

Блок (1-я цифра в 13-значном коде отхода)	**Группы (2-я цифра в 13-значном коде отхода)**
I. Блок - Отходы органические	• Отходы производства пищевых и вкусовых продуктов, код

природного происхождения (животного и растительного), код 10000000 00 00 0	11000000 00 00 0; • Отходы растительных и животных жировых продуктов, код 12000000 00 00 0; • Отходы содержания, убоя и переработки животных и птиц (включая отходы рыбы и иных морепродуктов), код 13000000 00 00 0; • Отходы шкур, мехов и кожи, код 14000000 00 00 0 • Древесные отходы, код 17000000 00 00 0 • Отходы целлюлозы, бумаги и картона, код 18000000 00 00 0 • Другие отходы от переработки продуктов животного и растительного происхождения, код 19000000 00 00 0
II. Блок - Отходы минерального происхождения, код 30000000 00 00 0	• Отходы минерального происхождения (исключая отходы металлов), код 31000000 00 00 0 • Отходы добывающей промышленности, код 34000000 00 00 0 • Отходы металлов и сплавов, код 35000000 00 00 0 • Другие отходы минерального происхождения, код 39000000 00 00 0
III. Блок - Отходы химического происхождения, код 50000000 00 00 0	• Отходы оксидов, гидроксидов, солей, код 51000000 00 00 0 • Отходы кислот, щелочей, концентратов, код 52000000 00 00 0 • Отходы средств защиты растений, средств дезинфекции, код 53000000 00 00 0 • Отходы переработки нефти, угля, газа, горючих сланцев и торфа, код 54000000 00 00 0 • Отходы органических растворителей, красок, лаков, клея, мастик и смол, код 55000000 00 00 0 • Отходы фармацевтической продукции и гигиенических средств, код 56000000 00 00 0 • Отходы текстильного производства, производства волокон, код 58000000 00 00 0 • Другие химические отходы, код 59000000 00 00 0
IY. Блок – Отходы коммунальные, код 90000000 00 00 0	• Твердые коммунальные отходы, код 91000000 00 00 0 • Отходы сложного комбинированного состава в виде изделий, оборудования, устройств, не вошедшие в другие пункты, код 92000000 00 00 0 • Отходы от водоподготовки, обработки сточных вод и использования воды, код 94000000 00 00 0 • Жидкие отходы очистных сооружений, код 95000000 00 00 0 • Медицинские отходы (больниц и лечебно-оздоровительных учреждений), код 97000000 00 00 0 • Прочие коммунальные отходы, код 99000000 00 00 0

Внутри каждой группы отходы, в свою очередь, поделены на:

- *подгруппы* (3-я цифра в 13-значном коде отхода) в зависимости от принадлежности к определенному производству, технологическому процессу;
- *позиции* (4-8 цифры в 13-значном коде отхода), уточняющие вид и состав отхода
- *субпозиции* (9-13 цифры в 13-значном коде отхода), определяющие вид отхода, опасные свойства и класс опасности для окружающей природной среды.

Инвентаризация отходов.

В соответствии с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» № 89-Фз от 24.06.1998 г. индивидуальные предприниматели и юридические лица при эксплуатации предприятий, зданий, строений, сооружений и иных объектов, связанной с об-

ращением с отходами, обязаны проводить инвентаризацию отходов и объектов их размещения.

Инвентаризация отхода - систематизация сведений о количестве и составе образуемых, получаемых от сторонних организаций и накопленных на предприятии отходов, источниках их образования, об объектах использования, обезвреживания и размещения.

Материалы инвентаризации отходов включают:

- материалы инвентаризации источников образования отходов;
- материалы инвентаризации объектов размещения отходов;
- характеристики объектов (установок) утилизации, обезвреживания и уничтожения отходов.

Инвентаризация источников образования отходов состоит из следующих этапов:

- подготовительная работа;
- анализ структуры предприятия;
- формирование перечня структурных подразделений предприятия;
- установление видов деятельности структурных подразделений предприятий;
- выявление веществ, материалов, изделий и отходов, переходящих в состояние «отход» при осуществлении каждого вида деятельности;
- идентификация отходов;
- заполнение инвентаризационной ведомости

2. Порядок выполнения работы

Работа выполняется в группах по 2-3 человека.

1. По согласованию с преподавателем каждая группа «организует» небольшое производственное предприятие в какой-либо сфере промышленности (деревообработка, строительство, металлургия, пищевая промышленность и др.) и разрабатывает его структуру в соответствии с рисунком 1.

Создаваемая структура должна включать:

1-2 подразделения основной производственной деятельности;

2-3 подразделения вспомогательной производственной деятельности;

1 социальный объект



Рисунок 1 - Организационная структура предприятия

2. Для каждого структурного подразделения устанавливаются осуществляемые виды деятельности, в результате осуществления которых образуются отходы:

<u>В общем виде принято выделять следующие виды деятельности:</u>

- *прием, хранение, транспортировка сырья, материалов, продукции*
- *переработка сырья и материалов;*
- *обслуживание и ремонт технологического оборудования;*
- *обслуживание и ремонт электрооборудования;*
- *обслуживание и ремонт КИПиА;*
- *строительная деятельность;*
- *эксплуатация и ремонт автотранспорта;*
- *деятельность лабораторий, НИИ, проектных и внедренческих отделов;*
- *лечебная деятельность;*
- *административно- управленческая деятельность;*
- *эксплуатация и ремонт зданий и сооружений;*
- *химчистка и стирка;*
- *общественное питание;*
- *пожаротушение;*
- *обслуживание жилых районов*

3. Для каждого структурного подразделения предприятия, по каждой позиции отходообразующего вида деятельности, устанавливается номенклатура сырья, материалов, изделий и отходов, участвующих в технологическом цикле производства и переходящих в состояние «отход».

4. Производится идентификация каждого выявленного отхода в соответствии с ФККО: точное наименование и код отхода, класс опасности для ОПС.
На время занятия каждой группе выдается экземпляр Федерального классификационного каталога отходов.

По итогам проделанной работы составляется Отчет (общий на группу), включающий:

1. Наименование предприятия
2. Схема – Организационная структура предприятия
3. Краткое описание технологических процессов и видов деятельности, осуществляемых в каждом подразделении и образующихся отходов.
4. Перечень отходов, идентифицированных на предприятии по форме таблицы 1:

Таблица 1 - Характеристика производственной деятельности предприятия, сопровождающейся образованием отходов

N п/п	Отходообразующий вид деятельности	Образующийся отход			
		Наименование ФККО	Код ФККО	Класс опасности	Годовой норматив образования отхода
1	2	3	4	5	6

Примечания:

1) отходы вписываются в таблицу по классам опасности, начиная от первого, кончая пятым.
2) графа 6 пока не заполняется (годовой норматив образования отхода будет рассчитан в расчетной работе № 3).

Расчетная работа № 3.
Расчет нормативов образования отходов и лимитов ни их размещение.

Цель работы: изучение порядка расчета нормативов образования отходов и лимитов на их размещение.

1. Краткие теоретические сведения

В соответствии с Федеральным законом «Об отходах производства и потребления» № 89-Фз от 24.06.1998 г. (статья 18) нормативы образования отходов и лимиты на их размещение устанавливаются индивидуальным предпринимателям и юридическим лицам, в результате хозяйственной и иной деятельности которых образуются отходы, в целях обеспечения охраны окружающей среды и здоровья человека, уменьшения количества отходов.

Норматив образования отходов - установленное количество (масса) отходов, образующееся при производстве единицы продукции или оказании услуг.

Лимит на размещение отходов – предельно допустимое количество (масса) отходов различного вида, которые разрешается размещать определенным способом на установленный срок в объектах (и местах) размещения отходов с учетом их проектной мощности и предельно допустимых вредных воздействий на окружающую природную среду.

Индивидуальные предприниматели и юридические лица при эксплуатации предприятий, зданий, строений, сооружений и иных объектов, связанной с обращением с отходами, обязаны **разрабатывать проекты нормативы образования отходов и лимитов на размещение отходов в целях уменьшения количества их образования.**

Проекты нормативов образования отходов разрабатываются индивидуальными предпринимателями и юридическими лицами на основании расчетов и имеющихся данных об удельном образовании отходов при производстве продукции, выполнении работ, оказании услуг.

Основными задачами при разработке ПНООЛР являются:

- определение (расчет) нормативов образования отходов;
- определение (расчет), на основе нормативов образования отходов и объема произведенной продукции (оказанных услуг, выполненных работ), количества ежегодно образующихся отходов;
- обоснование количества отходов, предлагаемых для использования и (или) обезвреживания;
- обоснование количества отходов, предлагаемых для размещения определенным способом на установленный срок в конкретных объектах размещения отходов с учетом экологической обстановки на территории.

За расчетную единицу в зависимости источника образования отходов могут быть приняты:

- единица произведенной продукции, единица используемого сырья - для отходов производства;
- единица расстояния (например, километр) - для отходов обслуживания транспортных средств;
- единица площади - для отходов при уборке территории;
- человек - для отходов жилищ;
- место в гостинице, столовой и пр.

Нормативы образования отходов служат для определения ожидаемых количеств образующихся отходов конкретных видов с учетом планируемых объемов производства продукции, выполняемых работ, оказания услуг.

На основе норматива образования отхода определяется годовой норматив образования отходов (т/год).

В общем виде годовой норматив образования отходов определяется по следующей формуле:

$$ГНо = Но \times Q \qquad (1.1)$$

где

ГНо - годовой норматив образования отходов, т;

Но - норматив образования отходов, т/расчет. ед.;

Q - годовой объем выпускаемой продукции, перерабатываемого сырья, выполненных услуг и пр., относительно которых рассчитан норматив образования отходов.

При определении годового норматива образования отходов применяются несколько методов:

- метод расчета по материально-сырьевому балансу;
- метод расчета по удельным отраслевым нормативам образования отходов;
- расчетно-аналитический метод;
- экспериментальный метод;
- метод расчета по фактическим объемам образования отходов (статистический метод).

Расчет по материально - сырьевому балансу применяют при определении нормативов образования отходов в производствах, характеризующихся большой номенклатурой исходного сырья или продукции.

Исходными данными для расчета являются:

- количество используемого сырья и материалов в единицу времени;
- количество сырья и материалов, перешедшее в продукцию;
- количество произведенной продукции;
- нормы естественной убыли;
- количество веществ, выбрасываемых в атмосферный воздух и сбрасываемых со сточными водами.

Метод расчета ***по удельным отраслевым нормативам образования отходов*** основывается на применении справочных таблиц удельных нормативов образования отходов по отраслям промышленности, либо удельных отраслевых нормативов образования отходов, установленных отраслевыми нормативными документами, согласованными специально уполномоченными контролирующими органами.

Удельные отраслевые нормативы образования отходов разрабатываются**:**

- путем усреднения индивидуальных значений нормативов образования отходов для организаций отрасли;
- посредством расчета средних удельных показателей на основе анализа отчетной информации за определенный период, выделения факторов, влияющих на количество отходов.

Расчетно-аналитический метод применяется при наличии конструкторско-технологической документации (технологических карт, рецептур, регламентов, рабочих чертежей) на производство продукции, при котором образуются отходы.

Норматив образования отходов рассчитывается как разность между нормой расхода сырья на единицу продукции и чистым (полезным) их расходом с учетом неизбежных безвозвратных потерь:

$$Но = N (1 - Kn) – Р \quad (1.2)$$

где N - норма расхода сырья (материалов) на единицу продукции, т;

Р - расход сырья (материалов), необходимого для осуществления производственного процесса (работы), т;

Kn = П / N - коэффициент неизбежных потерь сырья (материалов);

П - неизбежные безвозвратные потери сырья (материалов) в процессе производства, т.

Экспериментальный метод применяется для технологических процессов, допускающих определенный диапазон изменений составных элементов сырья (в литейном производстве, химической, пищевой, микробиологической и других отраслях промышленности). Метод заключается в определении нормативов образования отходов на основе проведения опытных измерений в производственных условиях.

Первоначально на основе статистической обработки опытных измерений массы полезного продукта, получаемого из единицы массы сырья (материалов), определяется показатель, характеризующий долю полезного продукта в единице сырья в процентах (C_nn). Исходя из значения этого показателя и данных о массе извлеченного из сырья полезного продукта (M_пп), определяется масса образования отходов (V_о) по формуле:

$$Vo = Мп.п.* (100\%-С) / С \quad (1.3)$$

Статистический метод (метод расчета по фактическим объемам образования отходов) используется для определения нормативов образования отходов для вспомогательных и ремонтных работ. Нормативное количество отходов определяется на основе статистической обработки отчетной информации за 3-х летний период.

$$Vo= \sum Vi / 3 \quad (1.4)$$

Лимиты на размещение отходов устанавливают в соответствии с нормативами предельно допустимых вредных воздействий на окружающую среду.

Критерии для установления *объемов накопления отходов на промплощадке* (на срок не более 6 месяцев):

- площадь и вместимость объекта;
- сохранность у размещаемого отхода полноценных свойств вторичного сырья;
- экономическая целесообразность формирования транспортной партии для вывоза отходов, т.е. объем и грузоподъемность транспортного средства;
- технологическая возможность перерабатывающего оборудования;
- соблюдение санитарных норм накопления отходов;
- соблюдение правил пожарной безопасности;
- соблюдение экологических норм.

Лимит *для объектов постоянного складирования отходов* (объектов постоянного размещения отходов) устанавливается исходя из:

- резерва емкости или площади объекта;
- расчетного срока эксплуатации объекта;
- воздействия размещаемых отходов на окружающую среду.

2. Порядок выполнения работы:

Работа выполняется в группах по 2-3 человека.

Исходными данными для работы являются материалы отчета по итогам выполнения расчетной работы № 2.

На время занятия каждой группе выдаются:

- *комплект «Методик для расчета нормативов образования отходов»*
- *Сборник удельных показателей образования отходов производства и потребления (Государственный комитет РФ по охране окружающей среды, 1999 г.)*
- *Справочные материалы по удельным показателям образования важнейших видов отходов производства и потребления. НИЦ по проблемам управления ресурсосбережением и отходами (НИЦПУРО) при Минэкономики России и Минприроды России. (№ 03-11/29-251 от 28.01.1997 г.)*
- *другие необходимые для выполнения расчетов материалы.*

1. Расчет годовых нормативов образования отходов

1.1. В соответствии с выданной методической литературой определяется способ расчета годового норматива образования каждого вида отхода, идентифицированного в ходе инвентаризации (расчетная работа № 2) и самостоятельно (по согласованию с преподавателем) определяются необходимые для расчета «Количественные показатели работы предприятия».

1.2. На основании выбранных данных и методики производятся расчеты годовых нормативов образования отходов. Результаты расчетов вносятся в графу 6 таблицы 1 отчета расчетной работы № 2)

2. Расчет объемов накопления отходов на промплощадке (лимитов)

2.1. Основываясь на знаниях о требованиях обеспечения экологической безопасности в местах накопления отходов студенты самостоятельно определяют условия хранения отходов (требуемые характеристики объекта накопления отходов, способ и сроки хранения). Принятые решения отражаются в форме таблицы 2.

2.2. В зависимости от выбранного Критерия для установления срока хранения отхода (вместимость объекта накопления, периодичность вывоза отхода, другое) (графа 13 таблицы 2) определяется предельное количество накопления отходов (графы 15, 16) как отношение годового норматива образования отхода (т/год, м3/год) к периодичности вывоза (раз/год)

2.3. По итогам проделанной работы заполненная Таблица 2 вставляется в Отчет группы.

Таблица 2 Характеристика объектов хранения отходов сроком до 6 месяцев. Обоснование предельного количества накопления отходов

№	Характеристика объекта размещения отходов						Характеристика размещаемого отхода								
	Инв.№	Тип объекта	Общая площадь, м2	Обустройство объекта	Вместимость		Наименование вида отхода	Код по ФККО	Класс опасности	Способ хранения отхода	Срок хранения, дни, мес, год	Основание для установления срока хранения отхода	Годовой норматив образования отхода	Предельное количество накопления отходов	
					т	м3							т	т	м3
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Расчетная работа № 4.
Определение ежегодного экологического ущерба в результате хозяйственной деятельности

Цель работы: изучение методики расчета ежегодного экологического ущерба в результате хозяйственной деятельности

1. Краткие теоретические сведения

В связи с расширением промышленного производства создается искусственная среда обитания и происходит интенсивная деградация природной среды. Однако, в соответствии с Конституцией РФ «владение, пользование и распоряжение землей и другими природными ресурсами осуществляется их собственниками свободно, если это не наносит ущерба окружающей среде и не нарушает прав и законных интересов иных лиц». Но это свободное хозяйствование не допустимо понимать как полный произвол, т.к. они не должны наносить ущерб окружающей среде и нарушать права и законные интересы третьих лиц (т.е. граждан РФ). В настоящее время экологическое законодательство предусматривает включение в механизм регулирования экологических отношений средств экономического стимулирования. При этом постулируется: охрана окружающей среды только тогда будет иметь положительный эффект, когда станет составной частью самого хозяйственного механизма, когда она будет экономически выгодна хозяйственному субъекту. Если организационно-правовой механизм связан в основном с административными, организационными и правовыми мерами (учет, контроль, разрешение споров, ответственность, возмещение ущерба), то экономический механизм – с собственно экономическими мерами (планирование и финансирование мероприятий по охране окружающей среде, платность природопользования, экономическое стимулирование в виде льгот***).***

Ежегодное воздействие на окружающую среду наносит не поправимый ущерб на окружающую среду и должно быть компенсировано. Законом «Об охране окружающей среды» одним из своих принципов закрепляет платность природопользования и возмещение вреда окружающей среде. В целом российское законодательство устанавливает два вида платежей:

- плату за пользование природными ресурсами
- плату за загрязнение окружающей природной среды и за другие виды воздействия на нее.

Плата за природные ресурсы (землю, недра, воды, леса и иную растительность, животный мир) взимается:

- за право пользования природными ресурсами (за право пользования землей взимается земельный налог, за пользование водой в пределах лимитов – водный кодекс)
- за сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов
- на воспроизводство и охрану природных ресурсов (выделяются средства на посадку новых деревьев в лесах)

Плата за негативное воздействие на окружающую среду (ее загрязнение) является экономическим стимулом к тому, чтобы предприятие-природопользователь, деятельность

которого связана с вредным воздействием на окружающую среду, само (добровольно) предпринимали меры по уменьшению ее загрязнения в соответствии с экологическим законодательством.

К видам негативного воздействия на окружающую среду, за которые взимается плата, относятся:

- выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками;
- сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты;
- размещение отходов производства и потребления.

Расчет платы за негативное воздействие на окружающую среду производится в соответствии с «Порядком определения платы и ее предельных размеров за загрязнение окружающей природной среды, размещение отходов, другие виды вредного воздействия», утвержденные ПП РФ №632 от 28.08.92 г. Устанавливается два вида базовых нормативов платы:

а) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах допустимых нормативов;

б) за выбросы, сбросы загрязняющих веществ, размещение отходов, другие виды вредного воздействия в пределах установленных лимитов (временно согласованных нормативов).

Плата за сверхлимитное воздействие определяется на основе лимитного норматива с применением пятикратного повышающего коэффициента к воздействию, превышающему установленный лимит.

Для расчета платы за негативное воздействие на окружающую среду ставки платы и соответствующие экологические и региональные коэффициенты принимаются в соответствии с Постановлением Правительства РФ №344 от 12.06.03 «О нормативах платы за выбросы в атмосферный воздух загрязняющих веществ стационарными и передвижными источниками, сбросы загрязняющих веществ в поверхностные и подземные водные объекты, размещение отходов производства и потребления».

Расчет платежей за выброс и сброс вредных веществ осуществляется по каждому ингредиенту загрязняющих веществ, для отходов плата производится с учетом их класса опасности для окружающей природной среды.

Норматив платы (Р) устанавливается в рублях за тонну загрязняющих веществ - руб./т.

Для каждого предприятия определяется уровень допустимого воздействия на окружающую среду - Мн, который устанавливается по нормам предельно-допустимых сбросов (ПДС) и предельно-допустимых выбросов (ПДВ). Допустимое воздействие отходов на окружающую среду устанавливается в Проекте ПНООЛР (проект нормативов образования и лимитов на их размещение).

Если загрязнение предприятия превышает допустимый уровень, то по согласованию с контролирующими органами могут быть введены временно-согласованные нормативы (Мл)- лимиты (нормы ВСВ и ВСС).

Исходя из Мн и Мл устанавливаются М1, М2 и М3- массы, к которым относятся различные нормативы платы.

Расчет за негативное воздействие на окружающую среду производится в следующем порядке:

1. Плата за выбросы (сбросы) загрязняющих веществ:

- ***в пределах допустимых нормативов плата определяется путем умножения соответствующих ставок платы на массу указанных видов загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязнения,***

$$П_н=М_ф * Р * К1 * К2, \text{ руб./год, если } М_ф \le М_Н$$

где $М_ф$ – фактическая масса загрязняющего вещества, т/год,

$М_н$ - масса вещества, установленная в пределах нормативов, т/год,

Р – норматив платы, установленный в пределах установленных нормативов, руб./т

К1, К2 – экологические и территориальные коэффициенты.:

а) для выбросов К1=1,2; К2=2

и) для сбросов в зависимости от бассейна реки К1= 1,18, (К2-не будет, т.к. только один коэффициент)

- ***в пределах установленных лимитов плата определяется путем умножения соответствующих ставок платы на разницу между лимитными и предельно допустимыми выбросами, сбросами загрязняющих веществ и суммирования полученных произведений по видам загрязнения,***

$$П_л=5*((М_ф - М_Н)*Р* К1*К2), \text{ руб./год, если } М_Н \le М_ф \le М_л$$

где $М_ф$ – фактическая масса загрязняющего вещества, т/год,

$М_н$ - масса вещества, установленная в пределах нормативов, т/год,

$М_л$ масса вещества, установленная в пределах лимитов (ВСВ, ВСС), т/год,

Р – норматив платы, установленный в пределах установленных нормативов, руб./т

К1, К2 – экологические и территориальные коэффициенты (см. выше, такие же).

5 – повышающий коэффициент (если предприятие не укладывается в нормативную массу)

- ***за сверхлимитное воздействие плата определяется путем умножения соответствующих ставок платы за загрязнение сверхустановленных лимитов на величину превышения фактической массы выбросов, сбросов загрязняющих веществ над установленными лимитами, суммирования полученных произведений по видам загрязнения.***

$$П_{сл}=25*((М_ф - М_л) * Р * К1 * К2), \text{ руб./год, если } М_ф \ge М_л$$

где $М_ф$ – фактическая масса загрязняющего вещества, т/год,

$М_л$ масса вещества, установленная в пределах лимитов (ВСВ, ВСС), т/год,

Р – норматив платы, установленный в пределах установленных нормативов, руб./т

К1, К2 – экологические и территориальные коэффициенты (см. выше, такие же).

25 – повышающий коэффициент (если предприятие превышает лимитную массу)

Общая сумма платежей: $П=П_н+П_л+П_{сл}$, но это в том случае если предприятие превышает нормативную массу и не укладывается в лимитную.

2. Плата за размещение отходов

- ***в пределах установленных лимитов плата определяется путем умножения ставки платы в пределах установленных лимитов на массу размещаемого отхода и умножением понижающих коэффициентов, относящихся к объектам размещения отходов (см. приложение к Постановлению Правительства РФ №344 от 12.06.03.)***

$$П_{ло}=М_ф * Р * К1*К2, \text{ руб./год, если } М_ф \le М_л$$

где $М_ф$ – фактическая масса отхода, т/год,

$М_л$ - масса отхода, установленная в пределах лимитов, т/год,

Р – норматив платы за отход, установленный в пределах лимитов (в соответствии с классом опасности), руб./т

К1, К2 –территориальный и понижающий коэффициенты:

а) К1-уральский (территориальный) коэффициент и равен 1,7,

б) К2 – понижающий коэффициент (если отход размещается на собственном полигоне (отвале) то равен 0,3, а если отход передается другому предприятию, то коэффициент К2=0)

- ***за сверхлимитное размещение отходов плата определяется путем умножения ставки платы за сверхлимитные размещения отходов на величину превышения фактических масс отходов над установленными лимитами, но уже без применения понижающих коэффициентов***

$$П_{сло}=5*(М_ф - М_л)*Р * К1*К2, \text{ руб./год, если } М_ф \ge М_л$$

где $М_ф$ – фактическая масса отхода, т/год,

$М_л$ - масса отхода, установленная в пределах лимитов, т/год,

Р – норматив платы, установленный в пределах лимитов (в соответствии с классом опасности), руб./т

К1,–территориальный коэффициент и равен 1,7

К2 – понижающий коэффициент в этом случае отсутствует и равен 1

5 – повышающий коэффициент (в случае превышения установленных лимитов)

Общая сумма платежей за отходы: $П = П_{ло}+П_{сло}$, но это в том случае, если предприятие превышает лимитную массу отхода.

Плата за размещение отхода рассчитывается для каждого отхода в отдельности, а в конце расчета суммируются.

Исходные данные для выполнения практической расчетной работы

«Определение ежегодного экологического ущерба в результате хозяйственной деятельности предприятия»

№ п/п	Объем сточных вод, $м^3/с$	Концентрация взвешенных веществ в сточных водах, $г/м^3$	Концентрация нефтепродуктов в сточных водах, $г/м^3$	Выброс SO2, г/с	ПДС/ВСС взв., т/год	ПДС/ВСС нефть, т/год	ПДВ/ВСВ SO2, т/год
1	2	3	4	5	6	7	8
1.	0,048	52,1	15,5	42	40/50	15/20	600/700
2.	0,06	55,1	21	35	60/50	20/25	500/600
3.	0,049	45,4	12,9	40	15/25	10/15	700/800
4.	0,05	41,5	21,5	45	10/20	12/17	650/750
5.	0,05	40	10,5	32	23/33	7/12	450/550
6.	0,06	41,5	15,2	28	45/55	12/17	250/350
7.	0,05	49,5	17,5	42	42/52	13/18	750/850
8.	0,06	41,5	15,2	35	50/60	11/16	550/650
9.	0,06	38,2	10,5	40	48/58	8/15	500/600
10.	0,055	39	15	35	22/32	10/15	440/540
11.	0,06	41	12,1	42	38/48	15/20	700/800
12.	0,06	45,8	17,2	48	56/66	22/27	750/650
13.	0,04	52,1	23,2	30	25/35	16/21	300/400
14.	0,052	50	18,3	40	56/66	13/18	550/650
15.	0,051	70	10,5	50	70/80	9/14	750/850
16.	0,048	52,1	15,5	38	43/53	11/16	400/500
17.	0,054	45,4	17,3	28	41/51	15/20	350/450
18.	0,055	51	18,3	36	51/61	17/22	500/600
19.	0,045	63,5	12,7	35	59/69	7/12	450/550
20.	0,05	39	20,1	42	15/25	17/22	600/700
21.	0,048	37,8	14,6	35	11/21	13/18	500/600
22.	0,04	41,5	21,4	40	13/23	16/21	600/700
23.	0,056	50,2	17	40	59/69	20/25	650/750
24.	0,06	40,5	11,9	45	3848	13/18	700/800
25.	0,05	49,5	17,5	42	35/45	15/20	650/750
26.	0,062	39,4	11,2	35	40/50	12/17	550/650
27.	0,048	41,5	12,1	35	38/48	11/16	450/550
28.	0,06	49,5	17,2	40	56/66	8/15	600/700
29.	0,049	41,5	23,2	40	25/35	10/15	500/600
30.	0,05	38,2	18,3	45	26/36	15/20	600/700
31.	0,05	39	10,5	42	50/60	22/27	650/750

Нормативы платы за выбросы (сбросы) в атмосферный воздух (поверхностные воды) загрязняющих веществ

Наименование загрязняющего вещества	Норматив платы за выброс (сброс) 1 тонны загрязняющих веществ, руб.	
	в пределах установленных нормативов выбросов (сбросов)	в пределах установленных лимитов выбросов (сбросов)
Сернистый ангидрид (SO_2)	96	Плата за превышение норматива устанавливается в 5 кратном размере относительно норматива
Взвешенные вещества	658,8	
Нефтепродукты	9918	

Массу выброса (сброса) перевести в т/год (обратить внимание на размерность)

Сведения о наличии образующихся отходов на предприятии и дальнейшей с ними деятельности.

Примечание: Символ (-) означает, что отход размещается на собственном полигоне (отвале), символ (+) – отход вывозится сторонней организации

№ п/п	Лимит для ртутных ламп (+), т/год (1 кл. опасности)	Лимит для промышленного мусора, (-) т/год (4 кл. опасности)	Лимит для отработанных масел, (+) т/год (3 кл. опасности)	Лимит для отработанных аккумуляторов, (+) т/год (2 кл. опасности)	Лимит для песка, (-) т/год (5 кл. опасности)	Факт.масса для ртутных ламп (+), т/год (1 кл. опасности)	Факт.масса для промышленного мусора, (-) т/год (4 кл. опасности)	Факт.масса для отработанных масел, (+) т/год (3 кл. опасности)	Факт.масса для отработанных аккумуляторов, (+) т/год (2 кл. опасности)	Факт.масса для песка, (-) т/год (5 кл. опасности)
1.	1,1	5,5	4,0	0,1	2,2	0,97	5	3,4	0,08	2
2.	0,9	3,2	2,45	0,3	3,1	0,77	2,7	1,85	0,28	2,9
3.	0,95	6,0	3,5	0,2	2,5	0,82	5,5	2,9	0,18	2,3
4.	0,35	7,0	6,0	0,15	4,5	0,22	6,5	5,4	0,13	4,3
5.	0,65	3,3	5,5	0,22	3,6	0,52	2,8	4,9	0,2	3,4
6.	0	5,6	3,6	0,13	2,8	0,57	5,1	3	0,11	2,6
7.	0,62	6,0	6,6	0,14	1,9	0,49	5,5	6	0,12	1,7
8.	0,36	7,1	7,5	0,16	2,3	0,23	6,6	6,9	0,14	2,1
9.	0,5	3,3	5,4	0,21	3,31	0,37	2,8	4,8	0,19	3,11
10.	0,75	3,5	6,3	0,11	4,5	0,62	3	5,7	0,09	4,3
11.	0,65	4,5	4,6	0,13	3,6	0,52	4	4	0,11	3,4
12.	0,33	5,6	8,5	0,1	2,8	0,2	5,1	7,9	0,08	2,6
13.	0,22	7,5	5,5	0,3	1,9	0,1	7	4,9	0,28	1,7
14.	0,1	5,6	3,6	0,2	2,3	0,09	5,1	3	0,18	2,1
15.	0,18	7,0	6,6	0,15	3,31	0,11	6,5	6	0,13	3,11
16.	0,9	3,3	7,5	0,22	2,8	0,77	2,8	6,9	0,2	2,6
17.	0,95	5,6	5,4	0,13	1,9	0,82	5,1	4,8	0,11	1,7
18.	0,35	6,0	6,3	0,14	2,3	0,22	5,5	5,7	0,12	2,1
19.	0,65	7,1	4,6	0,16	3,31	0,52	6,6	4	0,14	3,11
20.	0,7	3,3	4,0	0,14	4,5	0,57	2,8	3,4	0,12	4,3
21.	0,62	3,5	2,45	0,16	3,6	0,49	3	1,85	0,14	3,4
22.	0,36	4,5	3,5	0,21	2,8	0,23	4	2,9	0,19	2,6
23.	0,5	5,6	6,0	0,11	1,9	0,37	5,1	5,4	0,09	1,7
24.	0,75	7,5	5,5	0,13	2,3	0,62	7	4,9	0,11	2,1
25.	0,65	5,6	3,6	0,1	3,31	0,52	5,1	3	0,08	3,11
26.	0,33	7,0	6,6	0,3	4,5	0,2	6,5	6	0,28	4,3
27.	0,22	3,3	7,5	0,2	3,6	0,09	2,8	6,9	0,18	3,4
28.	0,1	5,6	5,4	0,15	2,8	0,07	5,1	4,8	0,13	2,6

Нормативы платы за размещение отходов производства и потребления

№ п/п	Вид отходов (по классам опасности для окружающей среды)	Единица измерения	Нормативы платы за размещение 1 т измерения отходов в пределах установленных лимитов размещения
1.	Отходы I класса опасности (чрезвычайно опасные)	тонна	1739,2
2.	Отходы II класса опасности (высокоопасные)	тонна	745,4
3.	Отходы III класса опасности (умеренно опасные)	тонна	497
4.	Отходы IV класса опасности (малоопасные)	тонна	248,4
5.	Отходы V класса опасности (практически неопасные):	тонна	15

Приложение 1.

Перечень сокращений

ПДКп (мг/кг)	предельно-допустимая концентрация вещества в почве
ОДК	ориентировочно-допустимая концентрация
ПДКв (мг/л)	предельно-допустимая концентрация вещества в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования
ОДУ	ориентировочно-допустимый уровень
ОБУВ	ориентировочный безопасный уровень воздействия
ПДКр.х.(мг/л)	предельно-допустимая концентрация вещества в воде водных объектов рыбохозяйственного назначения
ПДКс.с. (мг/м^3)	предельно-допустимая концентрация вещества среднесуточная в атмосферном воздухе населенных мест
ПДКм.р. (мг/м^3)	предельно-допустимая концентрация вещества максимально разовая в воздухе населенных мест
ПДКр.з. (мг/м^3)	предельно-допустимая концентрация вещества в воздухе рабочей зоны
МДС	максимально допустимое содержание
МДУ	максимально допустимый уровень
S (мг/л)	растворимость компонента отхода (вещества) в воде при 20°С
Снас (мг/м^3)	насыщающая концентрация вещества в воздухе при 20°С и нормальном давлении
Kow	коэффициент распределения в системе октанол/вода при 20°С
LD_{50} (мг/кг)	средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном пероральном введении в унифицированных условиях
$LD^{кожн}_{50}$ (мг/кг)	средняя смертельная доза компонента в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50% подопытных животных при однократном нанесении на кожу в унифицированных условиях
LC_{50} (мг/м^3)	средняя смертельная концентрация вещества, вызывающая гибель 50% подопытных животных при ингаляционном поступлении в унифицированных условиях
БД	биологическая диссимиляция

Приложение 2.

Первичные показатели опасности отдельных компонентов отходов

№	Вещество	ПДКп (ОДК), мг/кг	Класс опасности в почве	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л	Класс опасности в воде хоз.-пит. исп.	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	Класс опасности в воде рыб.-хоз. исп.	ПДКс.с. (ПДКм.р., ОБУВ), мг/м3	Класс опасности в атм. воздухе	ПДКпп (МДУ, МДС), мг/кг	Lg (S, мг/л / ПДКв, мг/л)	Lg (Снас, мг/м3 / ПДКр.з)	Lg (Снас, мг/м3 / ПДКс.с. или ПДКм.р.)	lg Kow (октанол / вода)	LD50, мг/кг	LC50, мг/м3	LC50 водн., мг/л / 96 ч	БД = БПК5 / ХПК 100%	Персистентность (трансформация в ОС)	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
1	Азот аммонийный	-	не установлен	1,5	4	0,05	4	0,05	4	-	1,79	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2	Алюминий	71300	не установлен	0,5	3	0,04	4	0,01	2	-	-1,27	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	Барий	-	3	0,7	2	2	4	0,004	2	-	0,14	-	-	-	-	-	-	-	-	-
4	Железо металлическое, оксид железа	46500	не установлен	0,3	3	0,1	4	0,04	3	-	-1,73	-51,48	-49,5	-	7000	-	-	-	-	-
5	Кадмий	0,5	1	0,001	2	0,005	2	0,0003	1	0,003	<1	-0,75	<1,6	-	72	-	-	-	-	-
6	Калия карбонат	-	-	-	-	0,11	-	0,05	4	-	4,6	-21,73	-	-	1230	-	-	-	-	-
7	Кальций	19168,9	не установлен	-	-	251,5	4	0,012	3	-	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
8	Кремния диоксид	705973,94	не установлен	10	4	>1	4	>1	4	-	-2,22	-	-	-	7000	>50000	>100	-	-	-
9	Ксилолы	0,3	-	0,05	3	0,05	3	0,5	3	-	<1	-	4,2	-	-	-	-	-	-	-
10	Магний	10442,99	не установлен	50	3	40	4	0,05	3	-	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
11	Марганец	2375,41	-	0,05	3	0,03	4	0,002	2	-	<1	<1	<1,6	-	400	-	-	-	-	-
12	Медь	3	2	1	3	0,001	3	0,002	2	0,01-1	-1,2	-	-	-	-	-	-	-	-	-
13	Мышьяк	2	1	0,05	1	0,05	3	0,003	2	<0,01	0,18	-	-	-	-	-	-	-	-	-
14	Натрия карбонат	-	-	922,05	-	0,04	-	-	-	-	2,37	<1	-	-	-	-	-	-	-	-
15	Натрия нитрат	178,23	-	61,69	3	40	-	0,05	-	-	2,5	-	-	-	180	-	-	-	-	-
16	Натрия нитрит	-	-	4,95	2	0,08	-	0,005	-	-	5,22	-	-	-	200	-	-	-	-	-
17	Нефтепродукты	-	-	0,3	4	0,05	3	0,01	3	-	2,25	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	Никель	4	2	0,1	2	0,02	3	0,001	2	0,5	-0,23	<1	<1,6	-	260	-	-	-	-	-
19	Нитраты	130	не установлен	45	3	40	3	0,05	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
20	Олово	-	не установлен	-	-	0,112	4	0,02	3	200	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
21	Свинец	32	1	0,03	2	0,01	2	0,0003	1	0,5	0,84	-26,94	-	-	-	-	-	-	-	-
22	Сера	160	не установлен	-	-	10	4	0,05	4	-	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-

№	Вещество	ПДКп (ОДК), мг/кг	Класс опасности в почве	ПДКв (ОДУ, ОБУВ), мг/л	Класс опасности в воде хоз.-пит. исп.	ПДКр.х. (ОБУВ), мг/л	Класс опасности в воде рыб.-хоз. исп.	ПДКс.с. (ПДКм.р., ОБУВ), мг/м3	Класс опасности в атм. воздухе	ПДКпп (МДУ, МДС), мг/кг	Lg (S, мг/л / ПДКв, мг/л)	Lg (Снас, мг/м3 / ПДКр.з)	Lg (Снас, мг/м3 / ПДКс.с. или ПДКм.р.)	lg Kow (октанол / вода)	LD50, мг/кг	LC50, мг/м3	LC50 водн., мг/л / 96 ч	БД = БПК5 / ХПК 100%	Персистентность (трансформация в ОС)	Биоаккумуляция (поведение в пищевой цепочке)
		1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
23	Толуол	-	-	0,5	4	0,5	3	0,6	3	-	3,057	-	2,465	-	-	-	-	-	-	-
24	Хром	6	-	0,5	3	0,02	3	0,01	3	0,58	-0,98	<1	<1,6	-	792	-	-	-	-	-
25	Цинк	23	-	1	3	0,06	3	0,05	3	10	-1,18	-13,2	-12,2	-	50	-	-	-	-	-
26	Натрия гидроксид	-	-	200	2	10	4	0,01	-	-	2,6	-	-	-	-	-	-	-	-	-
27	Фосфор	-	не установлен	-	3	0,022	3	-	-	-	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
28	Хлориды	-	не установлен	350	4	300	4	0,1	3	-	<1	-	-	-	-	-	-	-	-	-
29	Сурьма	4,5	2	0,05	2	-	-	0,01	3	-	0,39	-	-	-	90	-	-	-	-	-
30	Титан, титана окислы	-	-	0,1	3	0,06	4	0,5	-	-	0,12	<1	-	-	-	-	-	-	-	-

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Авторы: Хохряков А. В., профессор, д.т.н.,
Студенок Г. А., доцент, к.т.н.

Одобрен на заседании кафедры
Инженерной экологии
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Студенок Г.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 12.09.2024
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией
Инженерно-экономического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

6 семестр

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Промышленная экология и управление охраной окружающей среды» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить расчетно-графическую работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен зачет.

Занятия по дисциплине «Промышленная экология и управление охраной окружающей среды» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Промышленная экология и управление охраной окружающей среды» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя расчетно-графическую работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, расчетно-графической работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины (работа с литературой и интернет-ресурсами);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка к дискуссии;
- подготовка к докладу;
- выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите;
- тестирование.

Повторение материала лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля), подготовка к коллоквиуму позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Подготовка к дискуссии состоит в изучении конкретного вопроса для последующего обмена мнениями, идеями между двумя и более лицами.

Подготовка к докладу состоит в изучении конкретного вопроса, подготовке презентации и выступления.

Подготовка к выполнению расчетно-графической работы и подготовка к ее защите заключается в изучении определенной методики для решения ставящихся задач, материалов для их решения и подготовке ответов на вопросы преподавателя по работе.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом. Подготовка к тестированию включает в себя дополнительное повторение пройденного материала.

Конкретные виды заданий по дисциплине «Промышленная экология» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Тема 1. Иерархическая организация производственных процессов; критерии оценки эффективности производства; общие закономерности производственных процессов; технологические системы (ТС), структура и описание ТС, синтез и построение ТС. Сырьевая и энергетическая подсистемы ТС

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Дайте определение: промышленная экология, структура производства.

2. Приведите примеры производственных структур.

3. Дайте определение: технологическая система, критерии производственного процесса.

4. Охарактеризуйте критерии эффективности производственного процесса.

5. Перечислите и охарактеризуйте цели, задачи и порядок анализа и синтеза технологических систем.

Тема 2. Экологическая стратегия и политика развития производства; развитие экологически чистого производства, создание принципиально новых и реконструкция существующих производств.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Дайте определения – экологическая стратегия, политика развития производства.

2. Опишите концепции мирового развития с учетом экологических ограничений.

3. Охарактеризуйте безотходные и малоотходные технологии, экологически чистое производство.

4. Дайте характеристику принципов создания природосберегающих производств.

5. Опишите создание принципиально новых и реконструкцию существующих производств.

Тема 3. Комплексное использование сырьевых и энергетических ресурсов; создание замкнутых производственных циклов, замкнутых систем промышленного водоснабжения, комбинирование и кооперация производств.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса:

Изучить разделы 3.6 и 3.7 учебника «Промышленная экология. Учебник для студ. ВУЗов» / И.В. Семенова — М.: Академия, 2009.

3. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Концепция полного использования сырья: основные направления по ее реализации.
2. Обогащение сырья, основные методы обогащения.
3. Вторичные энергетические ресурсы.

4. Энерготехнологические схемы.

5. Рециркуляционные производственные процессы: фракционный рецикл, регенерация с рециклом.

6. Замкнутые системы промышленного водоснабжения: частичное и полное оборотное водоснабжение предприятия.

7. Разработка новых природоохранных технологий и организация технологических схем.

8. Комбинированные и перестраиваемые технологические схемы. Безотходные территориально-промышленные комплексы.

Тема 4. Основные промышленные методы очистки отходящих газов и сточных вод; технологические схемы очистки и применяемое оборудование.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к контрольной работе:

1. Приведите классификацию методов очистки отходящих газов.

2. Приведите классификацию методов очистки сточных вод.

3. Опишите механические методы очистки отходящих газов и сточных вод и применяемое оборудование.

4. Опишите физико-химические методы очистки отходящих газов и сточных вод и применяемое оборудование.

5. Опишите химические методы очистки отходящих газов и сточных вод и применяемое оборудование.

6. Опишите биологические методы очистки сточных вод и применяемое оборудование.

Тема 5. Основные промышленные методы утилизации отходов производства и потребления. Методы обезвреживания и захоронения опасных промышленных отходов.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, контрольной работе:

1. Перечислите и охарактеризуйте промышленные методы утилизации отходов производства и потребления.

2. Перечислите и охарактеризуйте методы обезвреживания промышленных отходов.

3. Опишите технологию хранения и захоронения отходов.

Тема 6. Технико-экологическая характеристика основных промышленных производств.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, докладу:

1. Теплоэнергетика, ее воздействие на окружающую среду. Мероприятия по защите окружающей среды от влияния теплоэнергетики.

2. Гидроэнергетика и ее воздействие на окружающую среду. Мероприятия по защите окружающей среды от влияния гидроэнергетики.

3. Ядерная энергетика ее воздействие на окружающую среду. Мероприятия по защите окружающей среды от влияния ядерной энергетики.

4. Нетрадиционные и возобновляемые источники энергии.

5. Основные направления воздействия горнодобывающей отрасли на окружающую среду.

Источники воздействия на окружающую среду. Мероприятия по защите окружающей среды.

6. Рациональное использование недр и рекультивация нарушенных территорий.

7. Черная и цветная металлургия. Основные направления воздействия на окружающую среду. Источники загрязнения окружающей среды. Мероприятия по защите окружающей среды.

8. Машиностроение. Основные направления воздействия на окружающую среду. Источники загрязнения окружающей среды. Мероприятия по защите окружающей среды.

9. Химическая и нефтехимическая промышленность. Основные направления воздействия на окружающую среду. Источники загрязнения окружающей среды. Мероприятия по защите окружающей среды.

10. Промышленность строительных материалов. Основные направления воздействия на окружающую среду. Источники загрязнения окружающей среды. Мероприятия по защите окружающей среды.

11. Агропромышленный комплекс. Основные направления воздействия на окружающую среду. Источники загрязнения окружающей среды. Мероприятия по защите окружающей среды.

Тема 7. Характерные экологические проблемы и пути их решения.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, дискуссии:

1. Предпринимаемые меры для решения экологических проблем в РФ – их достоинства и недостатки.

2. Концепция пределов роста

3. Концепция устойчивого развития

3. Подготовка к дискуссии:

Для подготовки к дискуссии необходимо выучить различные определения экологического риска, ориентироваться в них, повторить виды экологических рисков, знать принципы и методы их установления.

4. Ответьте на тестовые вопросы:

1. Перечислите основные характерные экологические проблемы и пути их решения.

2. К основным экологическим проблемам современности относятся (выберите один или несколько вариантов):

а) перенаселение

б) отсутствие очистных сооружений

в) отсутствие экологически безопасных технологий

г) отсутствие экологического воспитания

3. К путям решения экологических проблем современности не относятся:

а) устойчивое развитие

б) концепция пределов роста

в) пересмотр технологий

г) интенсификация производства

4. Постиндустриальные страны:

а) Япония, Германия, США

б) Финляндия, Швеция, Норвегия

в) Франция, Италия, Тайвань

г) нет верного варианта

5. Является ли одной из экологических проблем перенаселение?

а) да

б) нет

в) в зависимости от страны

г) в зависимости от страны и пути развития

6. Дайте определение: экологическая проблема - это...

7. Какая отрасль в РФ наиболее других нуждается в модернизации в части охраны окружающей среды?

а) сельское хозяйство

б) микробиология

в) фармацевтическая

г) металлургическая

8. Экологическая проблема горнодобывающей отрасли:

а) снижение содержания полезного ископаемого в руде

б) рост площадей отвалов

в) отсутствие новых технологий

г) все ответы верны

9. Экологическая проблема металлургии:

а) дороговизна внедрения новых технологий

б) отсутствие новых технологий

в) низкая производительность очистных сооружений отрасли

г) все ответы верны

10. Экологическая проблема газонефтедобывающей отрасли:

а) отсутствие должной утилизации попутного газа

б) невыполнение природоохранных требований в части эксплуатации шламовых амбаров

в) невозможность утилизации отходов

г) все ответы верны

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Выполнить расчетно-графическую (контрольную) работу, воспользовавшись соответствующими методическими указаниями.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки коллоквиума

Ответ всесторонне и глубоко освещает предложенный вопрос, устанавливает взаимосвязь теории с практикой, показывает умение студента работать с литературой, делать выводы (правильный и полный ответ), грамотная речь – 5 баллов.

Ответ отвечает основным предъявляемым требованиям; студент обстоятельно владеет материалом, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы (точный, но неполный ответ), встречаются слова «сорняки» – 4 балла.

Ответ неполно раскрывает поставленные вопросы. Студент владеет материалом, однако поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные недочеты (неточный и неполный ответ), недостаточна культура речи – 3 балла.

Ответы на вопросы неправильны и не отличаются аргументированностью. Студент не показывает необходимых минимальных знаний по вопросу, а также, если студент отказывается отвечать (неправильный ответ, отказ от ответа) – 0 – 2 балла.

Два и более существенных дополнения к ответу – 3 балла.

Одно существенное дополнение к ответу на вопрос – 1 балл

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 7-8 баллов;

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 5-6 баллов;

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 3-4 балла;

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0-2 балла.

Критерии оценки дискуссии

Критерии оценки:

Суждения зрелые, обоснованные, высказаны с использованием профессиональной терминологии, логично – 4-5 баллов;

Суждения не совсем зрелые или необоснованные, при ответе использована профессиональная терминология, суждение логично – 2 – 3,5 баллов;

Суждения незрелые, необоснованные, бытовая речь, нелогичный ответ – 1– 1,5 балла;

Суждения нет, бытовая речь, нелогичный ответ – 0– 0,5 баллов.

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 4-5 баллов

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 2-3,5баллов

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 1-1,5 балла.

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0-0,5 баллов.

Критерии оценки теста

Ответ правильный – 0,5 балла.

Ответ неправильный – 0 баллов

Правила оценивания:

9-10 правильных ответов - 5 баллов

7-8 правильных ответов - 4 балла

5-6 правильных ответов - 3 балла

0-4 правильных ответов - 0-2 баллов

Критерии оценки доклада:

Суждения зрелые, обоснованные, высказаны с использованием профессиональной терминологии, логично – 8-10 баллов;

Суждения не совсем зрелые или необоснованные, при ответе использована профессиональная терминология, суждение логично – 4 – 7 баллов;

Суждения незрелые, необоснованные, бытовая речь, нелогичный ответ – 2– 3 балла;

Суждения нет, бытовая речь, нелогичный ответ – 0– 1 балл.

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 8-10 баллов

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 4-7 баллов

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 2-3 балла

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0-1 балл.

8 семестр

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Промышленная экология и управление охраной окружающей среды» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить расчетно-графическую работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен зачет.

Занятия по дисциплине «Промышленная экология и управление охраной окружающей среды» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Промышленная экология и управление охраной окружающей среды» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя расчетно-графическую работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, расчетно-графической работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины (работа с литературой и интернет-ресурсами);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка к дискуссии;
- выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите;
- тестирование.

Повторение материала лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля) позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Подготовка к дискуссии состоит в изучении конкретного вопроса для последующего обмена мнениями, идеями между двумя и более лицами.

Подготовка к выполнению расчетно-графической работы и подготовка к ее защите заключается в изучении определенной методики для решения ставящихся задач, материалов для их решения и подготовке ответов на вопросы преподавателя по работе.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом. Подготовка к тестированию включает в себя дополнительное повторение пройденного материала.

Конкретные виды заданий по дисциплине «Управление охраной окружающей среды» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Тема 1. Экономическое развитие и требования экологии

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса:

– изучить раздел 2.1 учебно-методического пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие / А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

– прочитать раздел 1 учебного пособия: Окружающая среда и человек: учебное пособие / Почекаева Е. И.

3. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Сформулируйте проблемы взаимодействия экономики и окружающей среды.

2. Изложите процесс развития взглядов на взаимодействие человека и окружающей среды.

3. Что такое географический детерминизм?

4. Что такое географический нигилизм?

5. Изложите концепцию пределов роста, историю ее возникновения.

6. Раскройте понятие «устойчивое развитие». Принципы устойчивого развития.

4. Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов один или несколько. На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа. В университете сдайте работу по требованию преподавателя.

1. **Дайте определение:** рациональное природопользование – это …
2. **Природоохранная деятельность предприятия включает в себя:**
   а) расширение производства
   б) газоочистку
   в) соблюдение требований природоохранного законодательства
   г) утилизацию отходов
3. **Корень проблем взаимодействия экономики и окружающей среды в:**
   а) несоблюдении требований природоохранного законодательства
   б) росте численности населения
   в) высокой стоимости экологического образования
   г) принципиальном различии круговорота веществ и энергии в природных системах по сравнению с технологическими
4. **Цель, поставленная членами «Римского клуба»:**
   а) разработка природосберегающих технологий и их внедрение в странах третьего мира
   б) извлечение редкоземельных металлов из вод Мирового океана
   в) контроль численности популяций краснокнижных животных и расширение их перечня
   г) прогнозирование развития человечества в его взаимодействии с природой и создание глобального управления для предотвращения экологического кризиса
5. **Достижения, способствующие предотвращению экологического кризиса в XXI веке (выбрать один или несколько пунктов):**

а) разработка эффективных способов использования нетрадиционных источников энергии

б) масштабное внедрение технологий утилизации и обезвреживания отходов

в) разработка и применение биологических методов борьбы с вредителями и сорняками в сельском хозяйстве

г) широкое распространение минеральных удобрений

6. **Дайте определение:** устойчивое развитие – это …
7. **Человечество начало решать проблему загрязнения окружающей среды:**

а) в первой половине XIX в.

б) во второй половине XIX в.

в) в первой половине XX в.

г) во второй половине XX в.

д) в XXI в.

8. **Постиндустриальное общество – это общество, в котором:**

а) произошел возврат к охоте, собирательству и земледелию как основным источникам производства материальных благ

б) внедрены наилучшие доступные технологии производства материальных благ с минимизацией негативного воздействия на окружающую среду

в) на всех промышленных предприятиях установлены аппараты газо- и водоочистки

г) произошел полный переход от угольной энергетики к атомной

9. **Принципы, относящиеся к понятию устойчивого развития:**

а) интеграция экологических и экономических целей

б) расширение производства

в) государственное финансирование организаций, занимающихся охраной окружающей среды

г) все ответы верны

10. **Географический детерминизм:**

а) отрицает влияние географического положения на развитие общества

б) приписывает первостепенную роль географического положения в развитии общества

в) раздел географических наук

г) направление философии XX в.

Тема 2. Методические основы изучения воздействия отраслей хозяйства на окружающую среду

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса:

– изучить раздел 2.2 учебно-методического пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие / А.В.Хохряков, А.Г.Студенок, И.В.Медведева, А.М.Ольховский, В.Г.Альбрехт, Е.А.Летучая, А.Ф.Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

3. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Опишите воздействие человека на природную среду.

2. Изложите виды воздействия хозяйства и населения на окружающую среду.

3. Опишите проявления последствий воздействия хозяйства и населения на окружающую среду.

Тема 3. Государственная система управления охраной окружающей среды и природопользованием.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса:

– прочитать раздел 3.1 учебно-методического пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие / А.В. Хохряков, А.Г. Студенок, И.В. Медведева, А.М. Ольховский, В.Г. Альбрехт, Е.А. Летучая, А.Ф. Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

3. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Перечислите принципы государственного управления природопользованием.
2. Дайте характеристику каждого из перечисленных принципов.
3. Перечислите формы государственного управления природопользованием.
4. Дайте характеристику каждой из перечисленных форм
5. Перечислите методы государственного управления природопользованием.
6. Дайте характеристику каждому из перечисленных методов.
7. Перечислите функции государственного управления природопользованием.
8. Дайте характеристику каждой из перечисленных функций.
9. Перечислите инструменты государственного управления природопользованием.
10. Дайте характеристику каждого из перечисленных инструментов.

4. Задания для тестирования:

Инструкция. Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов один или несколько. На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа. В университете сдайте работу по требованию преподавателя.

1. **Объект(ы) управления природопользованием:**

   а) учреждения и организации, выполняющие государственные задачи в области охраны окружающей среды и наделенные соответствующими полномочиями

   б) деятельность физических и юридических лиц в области охраны окружающей среды и природопользования

   в) объекты, поднадзорные Росприроднадзору

   г) объекты, поднадзорные Министерству природных ресурсов и экологии Российской Федерации

2. **Дайте определение:** государственное управление в сфере экологии – это …
3. **Принципы государственного управления природопользованием:**

   а) нормативность, специализация, унификация

   б) схематичность, выборность и пропаганда

в) мультикультурность, цифровизация и модернизация

г) законность, платность и сочетание централизованного управления с местным

4. **Формы государственного управления природопользованием:**

а) нормотворческая, правоисполнительная и правоохранительная

б) административная, селективная и экономическая

в) контрольная, надзорная и предупредительная

г) регулятивная, распределительная и стратегическая

5. **Верно ли следующее утверждение: управление состоянием окружающей среды страны осуществляется через управление природопользованием, так как через него осуществляется активное взаимодействие общества с природой:**

а) да

б) нет

6. **Субъекты государственного управления природопользованием:**

а) учреждения и организации, выполняющие государственные задачи в области охраны окружающей среды и наделенные соответствующими полномочиями

б) деятельность физических и юридических лиц в области охраны окружающей среды и природопользования

в) объекты, поднадзорные Росприроднадзору

г) объекты, поднадзорные Министерствам природных ресурсов и экологии субъектов Федерации

7. **Основных функций государственного управления природопользованием:**

а) 3

б) 4

в) 6

г) 7

8. **Функция государственного управления по воспроизводству природных объектов осуществляется по следующим направлениям:**

а) установление специальных правил по воспроизводству природных объектов

б) контроль за соблюдением правил воспроизводства природных объектов

в) установление особых режимов природопользования

г) полное делегирование обязанности по воспроизводству природных объектов органам местного самоуправления

9. **Продолжите:** инструмент государственного управления природопользованием – прямое экономическое принуждение – заключается в …

10. **Министерство природных ресурсов и экологии Свердловской области находится в ведении:**

а) Росприроднадзора

б) Департамента Росприроднадзора по УрФО

в) Правительства Свердловской области

г) Губернатора Свердловской области

Тема 4. Законодательная и нормативная база управления охраной окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса:

– прочитать разделы 3.2-3.7 учебно-методического пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие / А.В. Хохряков, А.Г. Студенок, И.В. Медведева, А.М. Ольховский, В.Г. Альбрехт, Е.А. Летучая, А.Ф. Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

3. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Охарактеризовать законодательство России в области охраны окружающей среды.
2. Дать характеристику основных законов в области охраны окружающей среды
3. Дать характеристику основных подзаконных нормативно-правовых актов в области охраны окружающей среды
4. Изложить основные требования Федерального закона «Об экологической экспертизе».

Тема 5. Управление и экологический менеджмент.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Самостоятельное изучение тем курса:

– прочитать раздел 8 учебно-методического пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебно-методическое пособие / А.В. Хохряков, А.Г. Студенок, И.В. Медведева, А.М. Ольховский, В.Г. Альбрехт, Е.А. Летучая, А.Ф. Фадеичев, О.А. Москвина, Е.М. Цейтлин, Г.А. Студенок; Институт инженерной экологии УГГУ. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017.

3. Для подготовки к дискуссии необходимо:

1. Изучить историю внедрения экологического менеджмента в России.
2. Ориентироваться в серии стандартов ИСО 14000.
3. Ориентироваться в стандартах EMAS, BS7750.

Для проведения контроля самостоятельной работы студентов применяются: коллоквиум, тест, дискуссия.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Подготовиться к расчетно-графической работе.

Для этого необходимо располагать экземпляром Федерального классификационного каталога отходов (ФККО). Уметь ориентироваться в данном каталоге, знать его структуру.

Повторить понятия: «отход», «отходообразующий процесс», «состав отхода», «класс опасности отхода».

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки коллоквиума

Ответ всесторонне и глубоко освещает предложенный вопрос, устанавливает взаимосвязь теории с практикой, показывает умение студента работать с литературой, делать выводы (правильный и полный ответ), грамотная речь – 5 баллов.

Ответ отвечает основным предъявляемым требованиям; студент обстоятельно владеет материалом, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы (точный, но неполный ответ), встречаются слова «сорняки» – 4 балла.

Ответ неполно раскрывает поставленные вопросы. Студент владеет материалом, однако поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные недочеты (неточный и неполный ответ), недостаточна культура речи – 3 балла.

Ответы на вопросы неправильны и не отличаются аргументированностью. Студент не показывает необходимых минимальных знаний по вопросу, а также, если студент отказывается отвечать (неправильный ответ, отказ от ответа) – 0 – 2 балла.

Два и более существенных дополнения к ответу – 3 балла.

Одно существенное дополнение к ответу на вопрос – 1 балл

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 7-8 баллов;

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 5-6 баллов;

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 3-4 балла;

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0-2 балла.

Критерии оценки дискуссии

Суждения зрелые, обоснованные, высказаны с использованием профессиональной терминологии, логично – 8-10 баллов;

Суждения не совсем зрелые или необоснованные, при ответе использована профессиональная терминология, суждение логично – 4 – 7 баллов;

Суждения незрелые, необоснованные, бытовая речь, нелогичный ответ – 2– 3 балла;

Суждения нет, бытовая речь, нелогичный ответ – 0– 1 балл.

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 8-10 баллов

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 4-7 баллов

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 2-3 балла

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0-1 балл.

Критерии оценки теста

Ответ правильный – 0,25 балла.

Ответ неправильный – 0 баллов

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 4-5 баллов

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 2,5-3,75 баллов

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 1,25-2,25 балла

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0-1 балл.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ПРОМЫШЛЕННАЯ ЭКОЛОГИЯ И УПРАВЛЕНИЕ ОХРАНОЙ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Авторы: Хохряков А. В., профессор, д.т.н.,
Студенок Г.А., доцент, к.т.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

1. Общие положения

Цели выполнения контрольной работы:

- закрепление навыков самостоятельного решения инженерных задач с использованием нормативных документов, технической литературы, справочных материалов;
- закрепление и систематизация знаний студентов по вопросам промышленной экологии применительно к организации технологических систем промышленных производств.

Контрольная работа предполагает решение задач, приведенных в данных методических рекомендациях.

Контрольная работа оформляется в виде брошюрованной записки, содержащей:

- титульный лист (Приложение 1);
- условия задач
- оглавление с перечислением номеров задач с решениями и их постраничного размещения;
- основная часть – условия задач и их решения;
- список использованной литературы.

В основной части приводятся условия задач с расчетами, обоснованиями, схемами и пояснениями.

Завершает контрольную работу список используемой литературы – пронумерованный арабскими цифрами перечень используемых материалов.

Оформление контрольной работы должно отвечать действующим требованиям к изложению текстов.

Контрольная работа выполняется на листах одной стороне формата А4, с полями: верхнее – 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30мм, нижнее – 20 мм. Напечатанный текст должен соответствовать следующим требованиям: шрифт Times New Roman, размер кегля – 12-14, интервал – 1-1,5 пт. Все листы контрольной работы, за исключением титульного, нумеруются арабскими цифрами, внизу страницы.

Изложение текста в контрольной работе должно быть сжатым, грамотным. Не допускаются сокращения слов, за исключением общепринятых. Предложения строятся в безлично-именной форме.

Таблицы, рисунки и схемы, помещенные в записку, нумеруются и именуются по содержанию. В тексте на них даются ссылки. Рисунки, таблицы, формулы нумеруются последовательно по разделам. Например, первый рисунок в разделе 1 имеет нумерацию 1.1, второй 1.2 и т.д. Первая таблица в разделе 2 имеет номер 2.1, вторая 2.2 и т.д.

Номера и заголовки к таблицам пишутся над ними, номера и названия рисунков – под ними. При аналитических расчетах сначала записывается формула с буквенным обозначением параметров, ставится знак равенства, подставляются значения параметров, и пишется результат вычислений. Ниже формулы дается расшифровка параметров и обоснование их значений. Специальные обозначения (формулы, символы), если нет возможности их отпечатать, вписываются четким почерком черными чернилами.

Контрольная работа должна иметь правильно оформленный научный аппарат. Цитаты, сноски, список литературы должны удовлетворять следующим требованиям: необходимо указывать фамилии и инициалы авторов работ; полное название работы (книги, статьи и т.п.).

2. Условия задач

Задание 1. Стоки с концентрацией взвешенных веществ и нефтепродуктов 28 мас.% направляют на очистку. На трехфазной центрифуге стоки разделяют на нефтяную, водную фазы и твердый остаток. Количество нефтяной фазы составляет 40 %, водной - 52 %, остальное - твердый остаток. Очищенные стоки содержат не более 20 мг/л нефтепродуктов и не более 25 мг/л взвешенных веществ. Определить суммарное содержание воды в нефтяной фазе и твердом остатке, дезинтегрированную смесь которых направляют на смешение с мазутом. Найти возможное соотношение мазута и смеси отходов, если содержание воды в сжигаемой смеси может достигать 20 мас.%.

Задание 2. Так называемые красные шламы являются тонкоизмельченными отходами переработки боксита, содержащими большое число ценных компонентов. Рентабельным может быть выделение методом мокрой магнитной сепарации глиноземистоизвесткового (1) и магнитного редкоземельного (2) концентратов с извлечением из последнего соли скандия, пригодной для производства лигатуры. Составы (мас.%) красного шлама и получаемых из него концентратов приведены в таблице.

	Fe_2O_3	$A1_2O_3$	CaO	SiO_2	Na_2O	TiO	Sc_2O_3
Красный шлам	45,1	13,3	11,0	3,3	3,6	23,7	120 г/т
Концентрат 1	13,3	42,6	36,9	7,2	-	-	-
Концентрат 2	-	-	-	-	-	-	345 г/т

Найти содержание компонентов в редкоземельном концентрате, если известно содержание в нем оксида скандия.

Задание 3. При переделе руды в железный концентрат переходит 71мас.% ванадия, из концентрата в чугун - 83 %, из чугуна в товарный ванадиевый шлак - 82 %, из шлака в товарный пентаоксид ванадия - 78 %. Рассчитать выход ванадия по этой схеме. Каков будет выход ванадия, если вместо гидрохимической схемы извлечения ванадия из шлака применить комбинированную схему, включающую обогащение и гидрометаллургическую обработку, повышающую выход ванадия на этой стадии до 98 %.

Задание 4. При производстве черепицы используют следующие компоненты:

- отходы пластмассы (полиэтилен, полипропилен, поливинилхлорид, полиамид и другие термопластичные);
- наполнитель (песок, гравий, щебень, мраморная крошка, керамика, молотое стекло);
- краситель.

Примерная норма расхода на 100 м - 500 кг пластмассы, 1580 кг песка, 12,5 кг красителя. Расход электроэнергии 18 квт/ч. Производительность установки 35 м черепицы в смену. Рассчитать необходимое количество материалов, отходов и электроэнергии для работы установки в течение месяца.

Задание 5. При кучном выщелачивании цианидами основание штабеля должно обеспечивать эффективный сбор продуктивного раствора и полную гидроизоляцию от окружающих пород. Определить количество раствора, просачивающегося через основание штабеля в течение года, если коэффициент фильтрации составляет $8\text{-}10^{-6}$ $м^3$/сут.

Задание 6. Оценить запасы меди в 40 млн. т шламов обогатительного комбината (содержание меди в шламах 0,25 мас.%), рассчитать загруженность завода, технология которого рассчитана на переработку 200000 т сырья в год; массу готового металла, если КПД технологии составляет 92 %, а чистота получаемого металла - 99,5 %.

Задание 7. Разработана технология переработки металлургического шлака. Шлак текущего производства проходит две стадии переработки на щебень. На первой - шлак подают самотеком в шлаковую яму, он остывает и в яме его измельчают с помощью «шар-бабы», после чего магнитом из шлака извлекают 15 мас.% крупных кусков металла. Измельченный шлак перерабатывают на щебень. После дробления в щековой дробилке получают товарные фракции: 0 - 5 мм (20 %), 5 - 20 мм (30 %), 20 - 40 мм (30 %), 40 - 70 мм (20 %).

Рассчитать объем шлаковой ямы, если остывание шлака происходит в течение 10 мин, на первичное измельчение и извлечение металла магнитом необходимо 6 мин, на полное извлечение шлака - еще 20 мин. Запланированная производительность установки 390 тыс.т/год.

Вычислить объемы складов для шлака различной крупности, учитывая необходимость десятисуточного запаса продукции.

Задание 8. В процессе сорбционной фильтрации воды с содержанием солей 160 мг/$дм^3$, ионов меди (II) 2 мг/$дм^3$, ионов железа (общего) 2,5 мг/$дм^3$ при работе по двум режимам получены следующие результаты, мг/$дм^3$:

Показатели	Вариант 1	Вариант 2
Содержание солей	120	120
[Cu]	1,1	0,8
[Fe]	0,37	0,09

Определить увеличение массы сорбента в течение времени его работы до проскока, если ресурс работы сорбционного модуля принят равным 1000 л воды на 1 л сорбента.

Задание 9. Для производства вяжущих материалов могут быть использованы горнопромышленные отходы, например вулканический шлак, в который добавляют 5 мас.% гипса и 20 мас.% извести. Далее смесь обжигают при температуре 600-700°С, потеря массы при этом достигает 15 %. Затем обожженную смесь измельчают совместно с добавкой 45 мас.% цемента. Определить выход вяжущего.

Задание 10. Опытный образец золоуловителя для очистки дымовых газов состоит из шести участков. Степень очистки на каждом участке, при работе без подачи напряжения, составляет 29 %. При подаче напряжения степень очистки воздуха распределяется по участкам следующим образом: 1-й участок - 34 %, 2- й - 31 %, 3-й - 13 %, 4-й - 11 %, 5-й - 7 %, 6-й - 3 %. Определить общий коэффициент полезного действия циклонного золоуловителя, работающего в обычном и электроциклонном режимах.

Задание 11. Циклоны применяют для очистки воздуха от высокодисперсных частиц магнезии. Очистка газов от частиц аэрозоля улучшается при действии на них одновременно центробежных и электрических сил. Во сколько раз уменьшается унос магнезии с очищенным газом, если концентрация аэрозоля магнезии на входе в циклон 1,71 г/м^3, на выходе - 0,2 г/м^3, а на выходе из циклона при работе его в электроциклонном режиме - 0,03 г/м^3 . Определить увеличение коэффициента полезного действия циклона при работе в электроциклонном режиме.

Задание 12. Обработка воды коагулянтами - самый распространенный метод очистки больших объемов вод поверхностных источников от грубодисперсных и коллоидных загрязнений. В таблице приведены экспериментальные данные по

Флокулянт	Доза флокулянта, мг/л	Мутность воды, мг/м
КС + Праестол 611	ОД	2,0
	0,3	0,5
	0,5	0,1
	0,7	0,03

обработке вод коагулирующей смесью.

Определить дозу флокулянта для достижения значения мутности осветляемой воды в 0,2 мг/м^3 .

Задание 13. Для извлечения радионуклидов (Cs-137) из воды применяют неорганические сорбенты, например фосфат циркония. Время установления сорбционного равновесия составляет 50 мин. Максимальная степень извлечения Cs-137 достигается при удельной массе сорбента 2 мг/мл. Коэффициент распределения

радионуклида между твердой и жидкой фазами составляет $1{,}8 \cdot 10^5$. Определить количество сорбента, необходимое для очистки 5 $м^3$ загрязненной воды в сутки, концентрацию радионуклида в очищенной воде и в сорбенте.

Задание 14. На каждую тонну перерабатываемого сырья получают**1** т отходов в виде шлама. Шлам содержит около 25% твердых частиц, находящихся в коллоидном состоянии и трудноотделимых от воды. Способ переработки шлама включает смешивание одной части шлама с двумя частями песка и добавление флокулянта в количестве 0,02 кг на 1 кг твердого вещества. Остаток после отделения воды содержит до 80 % твердого материала. Определить количество флокулянта и песка, необходимое для переработки 1000 т руды в сутки; количество отделяемой воды; количество обезвоженного материала, которое должно поступать в бассейн-осадитель за сутки.

Задание 15. Производственный сток предприятия достигает 0,3 $м^3/с$ и имеет концентрацию взвешенных веществ 650 мг/л. На первой стадии сточная жидкость поступает в осветлитель, из которого выходит осветленная жидкость с концентрацией взвеси 120 мг/л и осадок с содержанием твердых веществ 15 мас.%. На второй стадии осадок подают на центрифугу, которая задерживает 85 мас.% подаваемого твердого материала и выдает остаток, на 60 мас.% состоящий из твердых веществ. Остаток смешивают с опилками для получения топлива, состоящего на 80 мас.% из твердых веществ. Определить необходимую суточную массу опилок. Составить структурную схему процесса.

Задание 16. В процессе умягчения воды осаждением в смену получают 200 м шлама, 15 % которого составляют твердые частицы нерастворимых солей. Плотность шлама 1500 $кг/м^3$. Вначале шлам уплотняют центрифугированием, при этом отделяют 70 мас.% твердого материала шлама. Уплотненный шлам, содержащий 65 мас.% твердого материала, направляют в печь для обжига. Определить количество твердого материала и воды, которое поступает в печь. Составить структурную схему процесса.

Задание 17. На первой ступени установки для осветления сточных вод образуется 18,5 л/с осветленной жидкости с концентрацией 50 мг/л и шлам неизвестной концентрации. На второй ступени установки образуется 6,1 л/с осветленной жидкости с концентрацией 45 мг/л и 3,2 л/с шлама, содержащего 1520 мг/л твердого вещества. Составить материальный баланс установки. Проверить правильность данных анализа потоков установки очистки сточных вод. Определить, какой результат анализа необходимо проверить в первую очередь. Составить структурную схему процесса.

Задание 18. Дымовые газы на выходе из печи содержат**3,1**мас.% оксида углерода (IV). На участке между печью и дымовой трубой вводится еще 5 кг/с дымовых газов, содержащих 65 мас.% оксида углерода (IV). Концентрация оксида углерода (IV) на выходе из дымовой трубы составляет 8,7 мас.%. Определить расход дымовых газов на выходе из печи.

Задание 19. Предполагается внедрить установку обратного осмоса для опреснения воды из скважины. Установка обеспечивает выход 75 мас.% поступающей на опреснение воды с концентрацией солей 20 част./млн. и 25 мас.% концентрированного рассола при концентрации солей в исходной воде 20 тыс.част./млн. Вода скважины содержит также 20 тыс.част./млн. солей, соленость опресненной воды может достигать 500 част./млн., необходимое количество опресненной воды - 40000 м /сут. Определить пригодность установки для скважины, рассчитать количество воды, которое нужно откачивать из скважины ежедневно; вычислить объем и концентрацию сбрасываемого рассола. Какие дополнительные условия необходимо принять для решения задачи?

Задание 20. Расход сточной жидкости, поступающей в бассейн-испаритель, составляет 0,2 л/с. Глубина воды в бассейне через пять лет не должна превышать 2,5 м. Со сточной жидкостью в него ежедневно поступает 1,2 т растворенных и взвешенных веществ. Определить площадь испарительного бассейна. Как регулярно следует очищать бассейн? Какие дополнительные условия необходимо принять для решения задачи? Какие справочные данные необходимо привлечь для решения?

Задание 21. В отвалах вскрышных пород и бедных забалансовых руд при реакции с атмосферными осадками происходит выщелачивание рудной составляющей. Подотвальные воды на Гайском медноколче данном месторождении направляют в пруды кислых вод, куда также поступают шахтные воды. Подотвальные воды содержат [Cu]=1500 мг/л, [Zn]=600 мг/л, [Fe]=8000 мг/л, [A1]=4800 мг/л. Содержание металлов в воде прудов после разбавления шахтными водами составляет [Cu]=150 мг/л, [Zn]=10 мг/л, [Fe]=900 мг/л, [A1]=500 мг/л. Рассчитать поступление шахтных вод, если поступление подотвальных вод составляет 800 тыс. м /год. Проверить правильность покомпонентного анализа разбавленных вод.

Задание 22.Окалиносодержащие осадки металлургических предприятий очищают на станции очистки фирмы Альфа-Лаваль. Производительность установки составляет 100 м /ч. Стоки поступают во флотационный резервуар, из которого объединенную фракцию масла и твердой фазы с расходом 5 м /ч подают на шнековую центрифугу. Выгружаемая из центрифуги твердая фаза содержит 30

мас.% воды и 9 % масла. Выделенная на центрифуге водомасляная смесь поступает на центробежный сепаратор для максимально полной очистки воды от масла. Очищенная на центробежном сепараторе вода содержит менее 0,5% масел и менее 500 мг/л твердых примесей, а отсепарированное масло - менее 5% взвесей и воды. Рассчитать эффективность работы центрифуги и сепаратора.

Задание 23. Осадок от обработки промывных вод из осветлителей необходимо подавать на уплотнение с добавлением флокулянта в сгуститель периодического действия. После сгустителя осадок отжимают на рамных пресс- фильтрах. Влажность исходного осадка 82 мас.%. Удельная поверхность фильтров по сухому веществу составляет 2,5 кг/(м-ч). Обезвоженный осадок имеет влажность 78 мас.%. Сколько стадий сгущения осадка необходимо провести для получения на пресс-фильтрах осадка с влажностью менее 60 %.

Задание 24. Осадок, образующийся на очистных установках, имеет влажность 90 мас.%. В сгустителе осадок обрабатывают, добавляя к нему 20 кг/ч 10 % раствора гидроксида кальция, влажность осадка при этом снижается на 6 %. Затем осадок подают в инфракрасную сушилку, из сушилки 17,2 кг/ч осадка влажностью 30 % выводят на утилизацию. Определить влажность и массу осадка после сгустителя.

Задание 25. Для производства холодной асфальтобетонной смеси применяют жидкий битум, он увеличивает срок хранения смеси. Жидкий битум можно приготовить из вязких битумов разбавлением различными растворителями нефтяного происхождения. Битумы, густеющие со средней скоростью, содержат 20 мас.% разбавителя. В качестве замены дорогостоящего разбавителя - керосина предложено применять отходы растворителей после промывки и обезжиривания деталей, отмывки оборудования от краски, разжижающая способность которых в два раза выше, чем керосина. Общее количество таких отходов по Свердловской области - 200 т. Определить количество жидкого битума при применении отходов в качестве разбавителя.

Задание 26. Для получения карбоната никеля используют продукт утилизации - 1150 кг отработанного электролита, содержащего 270 кг сульфата никеля. Растворимость сульфата никеля при 25° С - 38г на 100г воды, растворимость карбоната натрия - 21,8 г. После проведения реакции осадок выделяют на фильтр-прессе. Товарный карбонат никеля (75 % от массы осадка) отправляют потребителям, остальной - направляют в реактор II ступени, где реакцию с 20 % раствором серной кислоты используют для получения сульфата никеля более высокого качества. Определить количество фильтрата, направляемого на очистку после фильтр-пресса, и объем CO_2, выбрасываемого в атмосферу из реактора II ступени.

3. Примеры решения задач и оформления контрольной работы

Задание 27. Рассчитать количество сорбента, достаточное для очистки 27 м3 сточных вод, содержащих 82 мг/л (0.087 г/л) ионов меди (II), если емкость сорбента (Е) до проскока при работе в динамическом режиме составляет 147,4 г/л (коэффициент запаса сорбента принять равным 1,3). Определить количество 10 % раствора серной кислоты, необходимое для регенерации этого количества сорбента, если ионы меди (II) сорбируются в виде гидроксида меди. Найти концентрацию ионов меди в элюате после регенерации.

Решение.

1. Фактическая рабочая емкость сорбента Еф:

Еф = Е·1,3 = 147,4·1,3 = 113,4 г/л

2. Количество ионов меди в сточных водах (M_{Cu}):

$M_{Cu} = C_{Cu} \bullet V = 0.087 \bullet 27000 = 2349$ г,

где C_{Cu} - концентрация меди в сточных водах, г/л;

V - объем сточных вод, л.

3. Количество сорбента (Мс) для очистки сточных вод:

$M_c = M_{Cu} / E_ф = 2349/113,4 = 20,72$ л

4. Количество сорбированной меди в виде гидроксида меди $Cu(OH)_2$:

$M_{Cu(OH)_2} = M_{Cu} \cdot К = 2349 \cdot 0,65 = 3606,7$ г ,

где К - коэффициент, характеризующий отношение атомной массы меди Cu (63,5) к молекулярной массе гидроксида меди $Cu(OH)_2$ (97,5).

5. Количество серной кислоты, необходимой для регенерации сорбента.

Регенерация сорбента производится обработкой его 10-% серной кислотой H_2SO_4 по реакции:

$Cu(OH)_2 + H_2SO_4 = CuSO_4 + 2H_2O$

Количество 100% серной кислоты (Х), расходуемой по этой реакции:

$$X = \frac{98 \cdot 3607,7}{97,5}$$

= 3625,2 г (3,625 кг),

где 98 -молекулярная масса H_2SO_4;

97,5 - молекулярная масса $Cu(OH)_2$;

3606,7 - количество гидроксида меди $Cu(OH)_2$ в сорбенте

6. Количество 10-% серной кислоты определяется следующим образом:

- количество воды в растворе кислоты в 9 раз больше массы серной кислоты: 3,625·9 =32,625 кг;
- количество 10-% серной кислоты = 3,625+32,625= 36,25 кг/

Задание 28. Одна тонна разлитой нефти может образовать пленку на поверхности воды на площади 20 км^2. Найти, какое количество сорбента понадобится для сбора нефтяной пленки, приходящейся на 1 км поверхности

морской воды, если один килограмм сорбента может впитать 8 л нефти. Средняя плотность нефти (G) 820 кг/ $м^3$.

Решение.

1. Количество нефти (кг) на 1 $км^2$:

M =1000/20= 50 кг/$км^2$

2. Объем нефтяной пленки на 1 $км^2$:

Vн = 50/820 = 0,061 $м^3$ или 61 л

3. Количество сорбента для сбора нефти с 1 $км^2$ морской поверхности:

Mс = 61/ 8 =7,6 кг сорбента.

Задание 29. На первой ступени очистку дымовых газов проводят в циклоне и коэффициент полезного действия (КПД) циклона составляет 64,6%. На второй ступени очистки установили рукавный фильтр. После этого суммарный КПД установки определен равным 91,2 %. Рассчитать действительный КПД второй ступени установки по очистке от пыли.

Решение.

1.Общий КПДс (эффективность) двухступенчатой установки очистки газов от пыли рассчитывается по следующему уравнению:

КПДс = КПД1 + КПД2 (1- КПД1/100)

2. Расчетное уравнение для КПД2 получается следующее:

КПД2 = (КПДс - КПД1)/(1-КПД1/100)

КПД2 = (91,2 - 64,6)/(1-64,6/100) = 75,1

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

КОНТРОЛЬНАЯ РАБОТА

по дисциплине «Промышленная экология и управление охраной окружающей среды»

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Руководитель проекта …….

Студент ……

Екатеринбург, 20…

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ОХРНА АТМОСФЕРЫ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Цейтлин Е.М. доцент, к.г.-м.н.;
Медведева И.В. профессор, д.ф.-м.н

Одобрен на заседании кафедры
Инженерной экологии
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Студенок Г.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 12.09.2024
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией
Инженерно-экономического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

5 СЕМЕСТР

Целью курсового проекта являются:

- закрепление навыков самостоятельного решения инженерных задач с использованием технической литературы, справочных и нормативных материалов;

- закрепление и систематизация знаний студентов по вопросам охраны атмосферного воздуха применительно к следующим аспектам: инвентаризация источников выбросов на горнодобывающем предприятии, расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Основание для выполнения проекта – индивидуальное задание, выдаваемое руководителем.

Проект состоит из текстовой и графической частей.

Текстовая часть проекта оформляется в виде брошюрованной записки, содержащей: титульный лист (Приложение 1); оригинал задания на проектирование (прилагается к записке между титульным и первым листами); оглавление с перечислением разделов записки и их постраничного размещения; введение; главная часть; заключение; список использованной литературы.

Во введении приводится название темы курсового проекта, определяются цели и задачи.

В главной части приводится текст с расчетами, обоснованиями, схемами и пояснениями.

В заключении резюмируются итоги выполненной работы, приводятся выводы о достижении целей и задач, заявленных во введении.

Завершает курсовой проект список используемой литературы – пронумерованный арабскими цифрами перечень используемых материалов.

Оформление курсового проекта должно отвечать действующим требованиям к изложению текстов.

Общий объем не должен превышать 25-30 страниц компьютерного набора, выполненного на одной стороне формата А4, с полями: верхнее- 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30мм, нижнее – 20 мм.

Напечатанный текст должен соответствовать следующим требованиям: шрифт Times New Roman, размер кегля – 12-14, интервал – 1-1,5 пт.

Все листы курсового проекта, за исключением титульного, нумеруются арабскими цифрами, внизу страницы.

Изложение текста в курсовом проекте должно быть сжатым, грамотным. Не допускаются сокращения слов, за исключением общепринятых. Предложения строятся в безлично-именной форме.

Таблицы, рисунки и схемы, помещенные в записку, нумеруются и именуются по содержанию. В тексте на них даются ссылки. Рисунки, таблицы, формулы нумеруются последовательно по разделам. Например, первый рисунок в разделе 1 имеет нумерацию 1.1, второй 1.2 и т.д. Первая таблица в разделе 2 имеет номер 2.1, вторая 2.2 и т.д.

Номера и заголовки к таблицам пишутся над ними, номера и названия рисунков – под ними. При аналитических расчетах сначала записывается формула с буквенным обозначением параметров, ставится знак равенства, подставляются значения параметров, и пишется результат вычислений. Ниже формулы дается расшифровка параметров и обоснование их значений. Специальные обозначения (формулы, символы), если нет возможности их отпечатать, вписываются четким почерком черными чернилами.

Курсовой проект должен иметь правильно оформленный научный аппарат. Цитаты, сноски, список литературы должны удовлетворять следующим требованиям: необходимо указывать фамилии и инициалы авторов работ; полное название работы (книги, статьи и т.п.).

Задания.

Вариант №1.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	850
Дальность транспортирования L, км	1,8
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	11
б) показатель буримости $П_б$	10
в) категория трещиноватости	III
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,5
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	73
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	15
б) порожнего $V_{пор}$	45

Вариант №2.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.м^3/год	3000
Дальность транспортирования L, км	1,5
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	6
б) показатель буримости $П_б$	7
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	легковзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/м^3	2,4
е) влажность пород, %	8,5
Угол откоса уступа, град.	74
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	16
б) порожнего $V_{пор}$	40

Вариант №3.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2800
Дальность транспортирования L, км	2,0
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	13
б) показатель буримости $П_б$	11
в) категория трещиноватости	IV
г) взрываемость пород	трудновзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,7
е) влажность пород, %	9
Угол откоса уступа, град.	72
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	19
б) порожнего $V_{пор}$	42

Вариант №4.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1200
Дальность транспортирования L, км	1,5
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	12
б) показатель буримости $П_б$	10
в) категория трещиноватости	III
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,7
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	76
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	14
б) порожнего $V_{пор}$	38

Вариант №5.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2700
Дальность транспортирования L, км	0,9
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	10
б) показатель буримости $П_б$	12
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,3
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	68
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	13
б) порожнего $V_{пор}$	43

Вариант №6.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	3200
Дальность транспортирования L, км	1,8
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	6
б) показатель буримости $П_б$	8
в) категория трещиноватости	V
г) взрываемость пород	трудновзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,8
е) влажность пород, %	8,5
Угол откоса уступа, град.	76
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	18
б) порожнего $V_{пор}$	46

Вариант №7.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1700
Дальность транспортирования L, км	0,9
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	8
б) показатель буримости $П_б$	10
в) категория трещиноватости	III
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,3
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	74
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	15
б) порожнего $V_{пор}$	42

Вариант №8.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	900
Дальность транспортирования L, км	0,7
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	12
б) показатель буримости $П_б$	11
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	легковзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,4
е) влажность пород, %	8,5
Угол откоса уступа, град.	70
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	13
б) порожнего $V_{пор}$	36

Вариант №9.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1500
Дальность транспортирования L, км	1,4
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	14
б) показатель буримости $П_б$	12
в) категория трещиноватости	IV
г) взрываемость пород	легковзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,65
е) влажность пород, %	9
Угол откоса уступа, град.	72
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	14
б) порожнего $V_{пор}$	40

Вариант №10.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2500
Дальность транспортирования L, км	1,6
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	6
б) показатель буримости $П_б$	8
в) категория трещиноватости	III
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,5
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	74
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	17
б) порожнего $V_{пор}$	41

Вариант №11.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	900
Дальность транспортирования L, км	1,0
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	14
б) показатель буримости $П_б$	17
в) категория трещиноватости	IV
г) взрываемость пород	трудновзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,7
е) влажность пород, %	9
Угол откоса уступа, град.	76
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	18
б) порожнего $V_{пор}$	43

Вариант № 12

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1250
Дальность транспортирования L, км	2,0
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	10
б) показатель буримости $П_б$	16
в) категория трещиноватости	IV
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,4
е) влажность пород, %	10
Угол откоса уступа, град.	75
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	14
б) порожнего $V_{пор}$	37

Вариант № 13.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1400
Дальность транспортирования L, км	0,8
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	13
б) показатель буримости $П_б$	14
в) категория трещиноватости	III
г) взрываемость пород	легковзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,1
е) влажность пород, %	9
Угол откоса уступа, град.	71
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	18
б) порожнего $V_{пор}$	40

Вариант №14.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2300
Дальность транспортирования L, км	1,2
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	9
б) показатель буримости $П_б$	10
в) категория трещиноватости	V
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,6
е) влажность пород, %	9
Угол откоса уступа, град.	74
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	16
б) порожнего $V_{пор}$	42

Вариант № 15.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	3100
Дальность транспортирования L, км	0,8
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	14
б) показатель буримости $П_б$	11
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,7
е) влажность пород, %	9
Угол откоса уступа, град.	68
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	15
б) порожнего $V_{пор}$	40

Вариант №16.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2100
Дальность транспортирования L, км	1,3
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	12
б) показатель буримости $П_б$	11
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,3
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	69
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	15
б) порожнего $V_{пор}$	45

Вариант №17.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1150
Дальность транспортирования L, км	1,6
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	10
б) показатель буримости $П_б$	12
в) категория трещиноватости	IV
г) взрываемость пород	легковзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,3
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	70
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	16
б) порожнего $V_{пор}$	44

Вариант № 18.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1000
Дальность транспортирования L, км	0,9
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	6
б) показатель буримости $П_б$	7
в) категория трещиноватости	III
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,5
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	75
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	13
б) порожнего $V_{пор}$	35

Вариант №19.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2100
Дальность транспортирования L, км	1,0
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	16
б) показатель буримости $П_б$	18
в) категория трещиноватости	V
г) взрываемость пород	трудновзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,45
е) влажность пород, %	11
Угол откоса уступа, град.	75
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	12
б) порожнего $V_{пор}$	38

Вариант №20.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2900
Дальность транспортирования L, км	1,5
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	4
б) показатель буримости $П_б$	6
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	легковзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,1
е) влажность пород, %	12
Угол откоса уступа, град.	70
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	14
б) порожнего $V_{пор}$	41

Вариант №21.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	900
Дальность транспортирования L, км	2,0
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	9
б) показатель буримости $П_б$	10
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,2
е) влажность пород, %	12
Угол откоса уступа, град.	72
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	15
б) порожнего $V_{пор}$	44

Вариант №22.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	3000
Дальность транспортирования L, км	0,6
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	14
б) показатель буримости $П_б$	13
в) категория трещиноватости	IV
г) взрываемость пород	трудновзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,8
е) влажность пород, %	10
Угол откоса уступа, град.	74
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	13
б) порожнего $V_{пор}$	39

Вариант №23.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2500
Дальность транспортирования L, км	1,8
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	12
б) показатель буримости $П_б$	10
в) категория трещиноватости	III
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	3,0
е) влажность пород, %	10
Угол откоса уступа, град.	73
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	12
б) порожнего $V_{пор}$	40

Вариант №24.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1400
Дальность транспортирования L, км	0,7
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	8
б) показатель буримости $П_б$	9
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,2
е) влажность пород, %	12
Угол откоса уступа, град.	71
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	15
б) порожнего $V_{пор}$	36

Вариант №25.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1050
Дальность транспортирования L, км	0,8
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	13
б) показатель буримости $П_б$	12
в) категория трещиноватости	V
г) взрываемость пород	трудновзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,7
е) влажность пород, %	9
Угол откоса уступа, град.	76
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	16
б) порожнего $V_{пор}$	46

Вариант №26.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2400
Дальность транспортирования L, км	1,4
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	4
б) показатель буримости $П_б$	6
в) категория трещиноватости	IV
г) взрываемость пород	трудновзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,4
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	74
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	12
б) порожнего $V_{пор}$	38

Вариант №27.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1100
Дальность транспортирования L, км	2,0
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	9
б) показатель буримости $П_б$	12
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,6
е) влажность пород, %	9
Угол откоса уступа, град.	73
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	16
б) порожнего $V_{пор}$	44

Задание №28.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	3200
Дальность транспортирования L, км	1,3
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	10
б) показатель буримости $П_б$	11
в) категория трещиноватости	III
г) взрываемость пород	легковзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,3
е) влажность пород, %	8
Угол откоса уступа, град.	70
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	15
б) порожнего $V_{пор}$	41

Задание №29.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	1200
Дальность транспортирования L, км	1,2
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	13
б) показатель буримости $П_б$	14
в) категория трещиноватости	II
г) взрываемость пород	легковзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,4
е) влажность пород, %	11
Угол откоса уступа, град.	71
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	12
б) порожнего $V_{пор}$	40

Задание №30.

Цель:

Оценка уровня воздействия горнодобывающего предприятия на состояние атмосферного воздуха путем проведения инженерных расчетов.

Задачи:

1. Определение видов, количества оборудования, режимов его работы и технологических процессов горного предприятия, приводящих к выбросам загрязняющих веществ в атмосферу.

2. Инвентаризация источников выбросов и подсчет массы выбросов загрязняющих веществ в атмосферу.

3. Расчет величин приземных концентраций загрязняющих веществ в атмосфере.

4. Анализ полученных результатов на соответствие требованиям превышения ПДК в атмосфере.

5. Обоснование величин нормативов предельно допустимых и временно согласованных выбросов.

Исходные данные:

Горное предприятие по добыче строительных материалов имеет в своем составе карьер, промплощадку, автодорогу.

Производственная мощность карьера $A_к$, тыс.$м^3$/год	2600
Дальность транспортирования L, км	1,1
Породы:	
а) крепость пород по Протодьяконову f	16
б) показатель буримости $П_б$	17
в) категория трещиноватости	III
г) взрываемость пород	средневзрываемые
д) объемный вес пород $\gamma_п$, т/$м^3$	2,5
е) влажность пород, %	12
Угол откоса уступа, град.	72
Скорость движения транспорта, км/ч	
а) груженого $V_{гр}$	16
б) порожнего $V_{пор}$	34

Критерии оценивания.

Оценивание выполнения и защиты курсовой работы осуществляется следующим образом:

Критерии оценки курсовой работы	*Количество баллов*
Качество выполненной работы (теоретический уровень)	0-10
Самостоятельность выполнения	0-3
Логичность изложения материала	0-2
Соответствие требованиям оформления	0-2
Защита курсовой работы	0-3
Итого	0-20

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

На тему: «Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ и расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на примере горнодобывающего предприятия»

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Руководитель проекта …….

Студент ……

Екатеринбург, 20…

6 СЕМЕСТР

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ…… 7
1. СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ…… 8
2. НОРМИРОВАНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ…… 12
2.1 Основные законодательные и нормативные акты……. 12
2.2 Общие сведения о нормировании водохозяйственной деятельности предприятий…… 12
3. ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА СТОЧНЫХ ВОД……. 16
4. УСЛОВИЯ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ……. 18
4.1. Общие сведения……... 18
4.2. Условие возможности сброса сточных вод согласно общим требованиям……... 20
4.3. Условие возможности сброса сточных вод для концентраций загрязняющих примесей…… 20
5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД……. 24
6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕОБХОДИМОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД…… 28
6.1. Общие сведения……... 28
6.2. Эффективность (степень) необходимой очистки загрязненных сточных вод по концентрациям загрязняющих примесей……. 28
6.3 Эффективность необходимой очистки сточных вод по взвешенным веществам…… 29
6.4 Эффективность необходимой очистки сточных вод по растворенному в воде водотока или водоема кислороду…….. 29
6.5 Эффективность необходимой очистки сточных вод по БПК воды водного объекта и сточных вод……. 30
6.6. Эффективность необходимой очистки сточных вод при одновременной очистке от нескольких веществ……. 31
7. РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМОГО СБРОСА…… 32
8. МЕТОДЫ РАСЧЕТА РАЗБАВЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ВОДОЙ ВОДОТОКОВ И ВОДОЁМОВ…… 35
8.1. Общие сведения……... 35
8.2. Расчет начального разбавления методом Лапшева……. 36
8.3. Расчет основного разбавления методом Фролова-Родзиллера (ВОДГЕО)…… 39
8.4. Расчет кратности основного разбавления воды в реке методом ТПИ……. 41
8.5. Расчет кратности общего разбавления воды в непроточном водоеме по методу Руффеля…….. 43
8.6. Расчет кратности общего разбавления сточных вод в водоеме по методу Лапшева……. 46
8.7. Расчет изменения концентрации загрязняющего вещества в водоеме по методу Караушева…….. 47
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ…….. 52
Приложение 1 Общие требования к составу и свойствам воды водных объектов в контрольных створах и местах питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования …… 54
Приложение 2. ПДК нормированных веществ в воде водных объектов питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования…… 56
Приложение 3. ПДК нормированных веществ в воде водных объектов рыбохозяйственного водопользования……... 58
Приложение 4. Коэффициенты неконсервативности (скорости разрушения)

некоторых веществ для основания натурального логарифма ……. 61
Приложения 5. Коэффициенты шероховатости (nш) для открытых русел водотоков (по М. Ф. Срибному)…….. 62
Приложение 6. Значение функции erf (x)…….. 63

Приложение 7. Инструкция по расчету erf (X) в программе Excel……. 64
Приложение 8. Кинематическая вязкость воды при её различной температуре…… 65
Приложение 9. Инструкция по определению поля распространения концентрации загрязняющего вещества в реке с использованием программы Microsoft Excel…….. 66

ВВЕДЕНИЕ

Учебно-методическое пособие к выполнению курсового проекта разработано на основе программы учебной дисциплины «Охрана водных ресурсов». В учебно-методическом пособии дается материал для закрепления и углубления теоретических знаний, получаемых на лекциях, а также для формирования и развития у обучаемых умений решения практических задач определения допустимого состава сточных вод при их сбросе в природный водный объект, расчета норматива допустимого сброса, а также определения требуемой эффективности очистки сточных вод. В работе описаны основные методы расчета изменения концентрации примесей при сбросе сточных вод в водные объекты и продемонстрированы практические примеры прогнозирования состава воды природного водного объекта после сброса сточных вод.

В процессе выполнения курсового проекта студент должен приобрести следующие навыки:

– расчета кратности разбавления сточных вод при их сбросе в водоемы и водотоки,

– расчета значений нормативов допустимых сбросов вредных веществ в сбрасываемых сточных водах,

– расчета необходимой эффективности очистки сточных вод перед их сбросом в водные объекты.

Выполнение курсового проекта предполагает консультационную помощь студентам со стороны преподавателя. Приобретенные практические знания и умения позволят повысить качество подго-товки студентов-экологов.

Курсовой проект выполняется и защищается студентами в сроки, определённые учебным графиком.

1. СЛОВАРЬ ОСНОВНЫХ ТЕРМИНОВ

АССИМИЛИРУЮЩАЯ СПОСОБНОСТЬ ВОДНОГО ОБЪЕКТА – способность водного объекта принимать определенную массу веществ в единицу времени без нарушения норм качества воды в контролируемом створе или пункте водопользования [1].

БИОХИМИЧЕСКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА (БПК) – количество растворенного кислорода, потребляемого за установленное время и в определенных условиях при биохимическом окислении содержащихся в воде органических веществ ($мгO_2/л$) [2].

ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ – сосредоточение природных вод на поверхности суши, либо в горных породах, имеющее характерные формы распространения и черты режима [3].

ВОДОПОЛЬЗОВАТЕЛЬ – гражданин или юридическое лицо, которым предоставлены права пользования водными объектами [3].

ВОДОТОК (река, ручей) – водный объект с непрерывным движением вод [4].

ВОДОЕМ (озеро, пруд, водохранилище) – водный объект, представляющий собой сосредоточение вод с замедленным водообменом в естественных или искусственных впадинах [4].

ВРЕМЕННО СОГЛАСОВАННЫЙ СБРОС ВЕЩЕСТВ В ВОДНЫЙ ОБЪЕКТ (ВСС) (лимит ВСС) – масса вещества в сточных водах, максимально разрешенная к отведению с установленным режимом в данном пункте водного объекта в единицу времени, установленная на ограниченный срок в соответствии с планами поэтапного достижения НДС [3].

ВРЕДНЫЕ ВЕЩЕСТВА – вещества, которые при контакте с организмом человека в случае нарушения требований безопасности могут вызывать производственные травмы, профессиональные заболевания или отклонения в состоянии здоровья, обнаруживаемые современными методами, как в процессе работы, так и в отдаленные сроки жизни настоящего и последующих поколений [1].

ВЫПУСК СТОЧНЫХ ВОД – трубопровод, отводящий очищенные сточные воды в водный объект [5].

ЗАГРЯЗНЯЮЩЕЕ ВЕЩЕСТВО – вещество или смесь веществ, количество и (или) концентрация которых превышают установленные для химических веществ, в том числе радиоактивных, иных веществ и микроорганизмов нормативы и оказывают негативное воздействие на окружающую среду [6].

ЗОНА НАЧАЛЬНОГО РАЗБАВЛЕНИЯ – расстояние между оголовками рассеивающего выпуска и створом начального разбавления [7].

ИСТОЧНИК ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОД – источник, вносящий в поверхностные или подземные воды загрязняющие воду вещества, микроорганизмы или тепло [8].

КАЧЕСТВО ВОДЫ – характеристика состава и свойств воды, определяющая пригодность ее для конкретных видов водопользования [8].

КОНСЕРВАТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО – вещество, концентрация которого меняется только в результате разбавления водой [9].

КОНТРОЛЬНЫЙ СТВОР водотока (реки) – условное поперечное сечение водотока, используемое для оценок и прогноза качества воды [10].

ЛИМИТИРУЮЩИЙ ПРИЗНАК (ПОКАЗАТЕЛЬ) ВРЕДНОСТИ–признак, характеризующийся наименьшей безвредной концентрацией вещества в воде [1].

НОРМАТИВЫ ДОПУСТИМОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ (НДВ) – нормативы, которые установлены в соответствии с показателями воздействия хозяйственной и иной деятельности на окружающую среду и при которых соблюдаются нормативы качества окружающей среды; [7].

НОРМАТИВЫ ДОПУСТИМЫХ СБРОСОВ (НДС) – нормативы сбросов загрязняющих веществ в составе сточных вод в водные объекты, которые устанавливаются для субъектов хозяйственной или иной деятельности, исходя из нормативов допустимой антропогенной нагрузки на водные объекты. НДС определяются как масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатели активности радиоактивных веществ, допустимые для сброса в водные объекты стационарными источниками за определенный период времени (кг/с, т/год, и т. п.) [6].

НОРМЫ КАЧЕСТВА ВОДЫ – установленные значения показателей качества воды для конкретных видов водопользования [3].

НЕКОНСЕРВАТИВНОЕ ВЕЩЕСТВО – вещество, концентрация которого изменяется вследствие химических, физико-химических и биологических процессов взаимодействия, выделения, превращения и деструкции [11].

ОЧИСТКА СТОЧНЫХ ВОД – обработка сточных вод с целью разрушения или удаления из них определенных веществ [1].

ПОВЕРХНОСТНЫЕ СТОЧНЫЕ ВОДЫ (поверхностный сток) – загрязнённая дождевая, талая, поливомоечная вода, стекающая с селитебных территорий и площадок предприятий, отводимая системой сооружений в водные объекты [12].

ПРЕДЕЛЬНО ДОПУСТИМАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ВЕЩЕСТВА В ВОДЕ (ПДК) – концентрация вещества в воде, выше которой вода непригодна для одного или нескольких видов водопользования
(мг/л, мг/дм^3) [2].

САМООЧИЩЕНИЕ ВОДЫ – совокупность природных процессов, направленных на восстановление экологического благополучия водных объектов [2].

СОСТАВ ВОДЫ – совокупность примесей в воде минеральных и органических веществ в ионном, молекулярном, комплексном, коллоидном и взвешенном состояниях, а также изотопный состав содержащихся в ней радионуклидов [14].

СИНТЕТИЧЕСКИЕ ПОВЕРХНОСТНО-АКТИВНЫЕ ВЕЩЕСТВА (СПАВ) – химические соединения, растворимые или диспергированные в жидкости, понижающие поверхностное натяжение воды [12] .

СТОЧНЫЕ ВОДЫ – дождевые, талые, инфильтрационные, поливомоечные, дренажные воды, сточные воды централизованной системы водоотведения и др. воды, отведение (сброс) которых в водные объекты осуществляется после их использования или сток которых осуществляется с водосборной площади [3] .

ФОНОВЫЙ СТВОР – контрольный пункт, расположенный выше по течению от сброса загрязняющих веществ [9].

ФОНОВАЯ КОНЦЕНТРАЦИЯ ХИМИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДНОМ ОБЪЕКТЕ – концентрация вещества, рассчитываемая применительно к данному источнику примесей в фоновом створе водного объекта при расчетных гидрологических условиях, учитывающая влияние всех источников примесей, за исключением данного источника[9].

ХИМИЧЕСКОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА (ХПК) – количество кислорода, потребляемое при химическом окислении содержащихся в воде органических и неорганических веществ под действием различных окислителей [мгO_2/л] [2].

2. НОРМИРОВАНИЕ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ПРЕДПРИЯТИЙ

2.1. Основные законодательные и нормативные акты

1. *Водный кодекс Российской Федерации* (в редакции от 13.07.2015).
2. *Федеральный закон от 10.01.2002* г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды» в редакции от 13.07.2015.
3. *Федеральный закон от 07.12.2011* № 416-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О водоснабжении и водоотведении».
4. *ГОСТ 17.1.1.01-77* Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения от 01.07.1978 г.
5. *ГОСТ 27065-86* (СТ СЭВ 5184-85). Государственный стандарт Союза ССР. Качество вод. Термины и определения (введен в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.10.1986 г. № 3306).
6. *Приказ МПР России от 17.12.2007 № 333* (ред. от 29.07.2014 г.) «Об утверждении методики разработки нормативов допустимых сбросов веществ и микроорганизмов в водные объекты для водопользователей». Зарегистрировано в Минюсте России 21.02.2008 г. № 11198.
7. *Рекомендации по расчету систем сбора*, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска их в водные объекты. М.: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. – 88 с.

2.2. Общие сведения о нормировании водохозяйственной деятельности предприятий

Работа промышленных предприятий и коммунальных хозяйств связана с потреблением большого количества воды. Вода использу-ется в технологических и вспомогательных процессах или входит в состав выпускаемой продукции.

Воздействие предприятий на природные водные объекты может проявляться в нескольких аспектах:

- забор (изъятие) воды;
- сброс использованной воды и возможный привнос взвешенных частиц, химических, в том числе, радиоактивных веществ и микроорганизмов;
- привнос тепла при сбросе нагретых сточных вод;
- использование акватории водных объектов для строительства и размещения причалов, стационарных и (или) плавучих платформ, искусственных островов и др. сооружений;
- изменение водного режима и перераспределение стока при использовании водных объектов для разведки и добычи полезных ископаемых.

Для того, чтобы сохранить экологически безопасное и устойчивое состояние водной экосистемы, в Российской Федерации сформулированы и применяются «Нормативы допустимого воздействия на водные объекты» (НДВ). Спектры воздействий различаются в зависимости от вида производственной деятельности, но для всех без исключения предприятий требуется выполнение нормативов по экологически допустимому изъятию водных ресурсов и по сбросу вредных веществ и микроорганизмов со сточными водами в водные объекты.

Норматив допустимого воздействия по изъятию водных ресурсов утверждается государством, исходя из водного баланса соответствующего водного объекта, на основе принципа сохранения экологически безопасного и устойчивого состояния экологической системы водного объекта. Водопользователь имеет право забирать из природного объекта, за плату, количество свежей воды согласно Договору водопользования, заключенного с органами государственной власти РФ. В Договоре водопользования обосновывается количество воды, необходимое для производственных и бытовых нужд, на основе водохозяйственного баланса предприятия, где кроме воды, забранной из водных объектов, учитывается также поступление воды с других предприятий, передача воды другим потребителям, а также повторно-оборотные системы водоснабжения.

Загрязненные сточные воды предприятия могут быть направлены в системы повторно-оборотных циклов предприятия после их очистки до требуемых технологических нормативов, могут быть переданы др. предприятию, а также могут быть сброшены в природные водные объекты (реки, озера, болота). Водопользователь имеет право сбросить в течение установленного периода времени (часа, месяца, года) в водный объект общее количество загрязняющих примесей согласно Нормативу допустимого сброса (НДС) или лимиту Временно согласованного сброса (ВСС).

Сброс веществ на уровне установленных нормативов НДС является нормативом допустимого воздействия. Он устанавливается с учетом состава сточных вод и ассимилирующей способности водного объекта их принимающего. Такой сброс ***не наносит вреда окружающей среде,*** обеспечивает экологическое благополучие водного объекта и безопасное использование водного объекта для соответствующих целей.

Сброс загрязняющих веществ, ***превышающий величину НДС, оказывает негативное воздействие на водный объект*** и не обеспечивает его экологического благополучия.

Однако в некоторых ситуациях в силу социально-экономических проблем развития территории, на которой находится водный объект, природоохранное законодательство разрешает сброс сточных вод в пределах лимитов, превышающих НДС, а именно, в режиме временно согласованного сброса (ВСС). Такое разрешение действует в течение ограниченного периода времени, необходимого для проведения водоохранных мероприятий с целью достижения установленных нормативов НДС.

Нормативы НДС и при необходимости лимиты сброса загрязняющих веществ (ВСС) одновременно с условиями сброса сточных вод устанавливаются для каждого выпуска сточных вод действующих и реконструируемых предприятий-водопользователей. Лимиты сброса загрязняющих веществ для проектируемых предприятий не устанавливаются.

Нормативы НДС и лимиты сброса загрязняющих веществ устанавливаются с учетом (Прил. 1,2,3):

– обобщенных показателей свойств и состава воды: содержания взвешенных веществ, плавающих примесей, запаха и привкусов, окраски, температуры, *pH*, общего солесодержания, содержания растворенного кислорода, $БПК_{полн.}$, ХПК, содержания возбудителей заболеваний, содержание лактозоположительных кишечных палочек (ЛКП), содержания колифагов в зависимости от вида водопользования;

– предельно допустимых концентраций химических соединений и ионов в водных объектах различных видов водопользования.

В соответствии с действующим законодательством РФ в области водопользования все водные объекты подразделяются на 2 вида, согласно виду водопользования (табл. 1).

Таблица 1

Виды водопользования водных объектов

Водные объекты	
Хозяйственно питьевое и культурно-бытовое (рекреационное) водопользование	**Рыбохозяйственное водопользование**
I категория – водные объекты, используемые в качестве источников хозяйственно-питьевого водоснабжения, а также для водоснабжения предприятий пищевой промышленности *II категория* – водные объекты, используемые для купания, занятия спортом и отдыха населения	*Высшая категория* – места расположения нерестилищ, массового нагула и зимовальных ям особо ценных и ценных видов рыб и др. промысловых водных организмов *I категория* – водные объекты, используемые для сохранения и воспроизводства ценных видов рыб, обладающие_высокой_чувствительнос-тью к содержанию кислорода *II категория* – водные объекты, используемые для др. рыбохозяй-ственных целей

Нормативы НДС и лимиты сброса загрязняющих веществ для конкретного водопользователя устанавливаются только для тех загрязняющих веществ, которые образовались в процессе производственной и/или иной деятельности, и сброс которых в водные объекты оказывает или может оказать на них негативное воздействие. Формирование перечня веществ, подлежащих нормированию, является важной и неоднозначной проблемой при разработке Проекта НДС предприятия.

3. ПРОИСХОЖДЕНИЕ, СОСТАВ И СВОЙСТВА СТОЧНЫХ ВОД

Сточные воды – это воды, бывшие в производственном, хозяйственно-бытовом или сельскохозяйственном употреблении, и изменившие свои первоначальные свойства вследствие загрязнения.

Классификация сточных вод в зависимости от отраслей народного хозяйства:

1. Сточные воды, отводимые с территорий промышленных предприятий.
2. Сточные воды коммунального хозяйства городов.
3. Сточные воды с сельскохозяйственных объектов.
4. Ливневые (неорганизованные) стоки.

Принято выделять следующие виды сточных вод с территории промышленных предприятий:

- *производственные* – использованные в технологических процессах или формирующиеся при добыче полезных ископаемых (угля, нефти, руд и т.п.);
- *бытовые* – поступающие от санитарных узлов производственных и непроизводственных корпусов, а также от душевых установок;
- *атмосферные* – дождевые и образующиеся от таяния снега.

Свойства сточных вод и их химический состав зависят от их происхождения.

Загрязненные_производственные_сточные_воды_классифициру-ются в зависимости от видов содержащихся в них примесей:

– загрязненные преимущественно минеральными примесями (источники – предприятия металлургической, машиностроительной, рудо- и угледобывающей промышленности, заводы по производству минеральных удобрений, кислот, строительных изделий и материалов и т. п.);

– загрязненные преимущественно органическими примесями (источники – предприятия пищевой, целлюлозно-бумажной, химической, микробиологической промышленности, заводы по производству пластмасс и т. п.);

– загрязненные преимущественно минеральными и органическими примесями (источники – предприятия нефтедобывающей, нефтеперерабатывающей, нефтехимической, текстильной, легкой, фармацевтической промышленности, заводы по производству сахара, консервов, продуктов органического синтеза и т. п.);

– незагрязненные химическими веществами сточные воды поступают от холодильных, компрессорных, теплообменных аппаратов. Эти воды имеют повышенную температуру, они могут быть использованы без очистки, но требуют охлаждения.

Основные показатели, характеризующие состав сточных вод: взвешенные вещества, сухой остаток, концентрации химических примесей (катионов, анионов, органических веществ, в т._ч. нефтепродуктов, СПАВ, фенолов и т. д.), концентрация растворенного кислорода, биохимическое потребление кислорода (БПК), химическое потребление кислорода (ХПК), водородный показатель (*pH*), температура, колониеобразующие единицы (КОЕ).

4. УСЛОВИЯ СБРОСА СТОЧНЫХ ВОД В ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

4.1. Общие сведения

При сбросе сточных вод в водный объект (реки, озера) загрязненная вода смешивается с более чистой природной водой. Концентрация поступивших в водоем примесей уменьшается под воздействием нескольких процессов:

– разбавления сточных вод, водой водотока или водоема;

– химических и физико-химических взаимодействий между примесями и компонентами окружающей среды и их выделения и удаления из водного раствора;

– биохимического разложения водными организмами.

Вещества, концентрация которых меняется только в результате разбавления, называются ***консервативными.*** Вещества, концентрация которых изменяется как под действием разбавления, так и вследствие протекания различных химических, физико-химических и биологических процессов, называются ***неконсервативными.*** Комплекс процессов, приводящих к снижению концентраций веществ, вплоть до восстановления исходного качества воды водое-

мов (за исключением разбавления), принято называть ***самоочищением водоема.*** Совокупность разбавления и самоочищения составляет ***ассимилирующую способность водоема.***

В соответствии с СанПиН 2.1.5.980-00. «Гигиенические требования к охране поверхностных вод» [8] при сбросе сточных, в том числе дренажных вод в водные объекты гигиенические нормативы химических веществ и микроорганизмов должны соблюдаться в контрольном створе на расстоянии 500 м ниже по течению для водотоков и на акватории в радиусе не далее 500 м от места сброса сточных для озер и морей. (Рис. 1).

В случае одновременного использования водного объекта или его участка для различных нужд для состава и свойств его вод принимаются наиболее жесткие нормы качества воды из числа установленных.

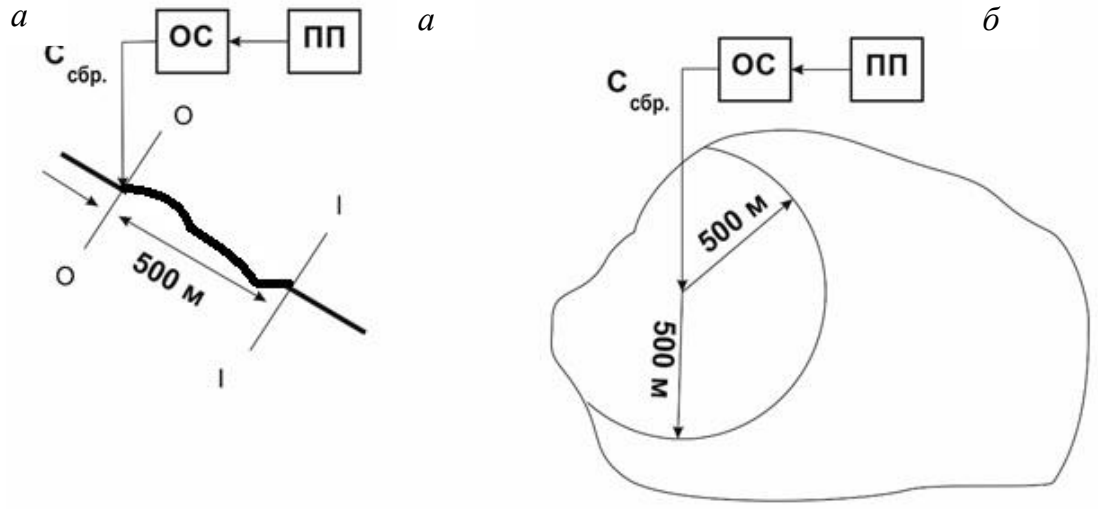


Рис.1. Расположение контрольных створов
на водотоке и водоеме:
ПП – предприятие; ОС – очистные сооружения;
О-О – место сброса сточных вод; I-I – контрольный створ;
а – водоток хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения
согласно экологическим требованиям;
б – водоем хозяйственно-питьевого и рыбохозяйственного назначения
согласно экологическим требованиям

Зона между выпуском и контрольным створом является зоной разбавления, в ней допускается превышение предельно допустимых концентраций примесей для водных объектов соответствующего вида водопользования. За пределами этой зоны должны выполняться экологические и санитарные нормативы качества воды.

Место выпуска сточных вод должно быть расположено ниже по течению реки от границы населенного пункта и всех мест водопользования населения с учетом возможности обратного течения при нагонных ветрах.

Выпуск сточных вод в пределах населенных пунктов Российским законодательством не разрешен, однако в исключительных случаях, если такой выпуск производится, то качество сточных вод контролируется непосредственно в месте выпуска. В этом случае зона разбавления отсутствует, и состав и свойства выпускаемых сточных вод должны соответствовать нормативным требованиям, установленным к составу и свойствам водных объектов.

Место выпуска сточных вод в непроточные и малопроточные водоемы (озера, водохранилища и др.) должно определяться с учетом санитарных, метеорологических и гидрологических условий.

4.2. Условие возможности сброса сточных вод согласно общим требованиям

Предприятию разрешается осуществлять сброс сточных вод в водный объект при условии соблюдения свойств воды в контрольном створе водоприемника согласно Общим требованиям (Прил. 1). Общие требования включают в себя органолептические признаки (окраска, привкус, запах), изменения концентрации взвешенных веществ, температуры воды, концентрацию растворенного кислорода, минерализацию, *pH*, БПК и ХПК, содержание возбудителей заболеваний.

4.3. Условие возможности сброса сточных вод для концентраций загрязняющих примесей

В нормативной базе РФ установлены предельно допустимые концентрации (ПДК) более 1350 вредных веществ в водных объектах питьевого и культурно-бытового назначения [15], а также более 1200 вредных веществ в водных объектах рыбохозяйственного назначения. [16]. ПДК наиболее распространенных веществ в водных объектах различных видов водопользования представлены в Прил. 2, 3.

Все вредные вещества, для которых определены ПДК, подразделены на группы, согласно ***лимитирующим показателям (признакам) вредности (ЛПВ).*** Каждая группа объединяет вещества одинакового признака действия. Вещества, относящиеся к одному ЛПВ, проявляют ***аддитивное*** действие, то есть, их относительные концентрации можно суммировать.

Для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения существует 3 вида ЛПВ:

- органолептический;
- общесанитарный;
- санитарно-токсикологический.

Для рыбохозяйственных водных объектов учитываются следующие ЛПВ:

- санитарно-токсикологический;
- общесанитарный;
- токсикологический;
- рыбохозяйственный;
- органолептический.

Органолептический показатель вредности характеризует способность вещества изменять органолептические свойства воды.

Общесанитарный показатель вредности определяет влияние вещества на процессы естественного самоочищения вод за счет биохимических и химических реакций с участием водных микроорганизмов.

Санитарно-токсикологический характеризует вредное воздействие вещества на организм человека, а *токсикологический* характеризует токсичность вещества для живых организмов, населяющих водный объект.

Рыбохозяйственный показатель вредности характеризует вредное воздействие на рыб. Рыбохозяйственные ПДК удовлетворяют таким условиям, при которых не происходит гибель рыб и кормовых организмов для рыб, постепенное исчезновение рыб или замена рыб на малоценные, ухудшение товарного качества рыбопродукции.

Рыбохозяйственные ПДК удовлетворяют таким условиям, при которых не происходит гибель рыб и кормовых организмов для рыб, постепенное исчезновение рыб или замена рыб на малоценные, ухудшение товарного качества рыбопродукции.

Значения предельно допустимых концентраций отличаются для водоемов различного вида водопользования – хозяйственно-питьевого, культурно-бытового и рыбохозяйственного. ПДК вредных веществ в водоемах рыбохозяйственного назначения, как правило, меньше, чем в водоемах питьевого и культурно-бытового назначения (см. Прил. 2,3).

Предприятие может осуществлять сброс сточных вод в водный объект при условии, что в контрольном створе концентрации загрязняющих веществ удовлетворяют неравенству:

$$\frac{C_{1_{КС}}}{C_{1_{ПДК}}} + \frac{C_{2_{КС}}}{C_{2_{ПДК}}} + \frac{C_{3_{КС}}}{C_{3_{ПДК}}} + \cdots \leq 1 \quad , \qquad (1)$$

где $C_{i_{КС}}$ – концентрация *i*-го вещества в контрольном створе;

$C_{i_{ПДК}}$ – предельно допустимая концентрация *i*-го вещества в водном объекте данного вида водопользования, *i*=1, 2, 3 и т. д.

Суммирование проводится для веществ, содержащихся в воде водного объекта, с одинаковым лимитирующим признаком вредности (ЛПВ). При наличии веществ, относящихся к другим ЛПВ, неравенства (1) должны выполняться для всех групп веществ, относящихся к каждому ЛПВ.

При отсутствии установленных нормативов ПДК водопользователи должны обеспечить проведение необходимых исследований по обоснованию ПДК в воде водных объектов, а также методов их определения на уровне ПДК.

Запрещается сброс сточных вод в водные объекты в случаях, если:

– этого можно избежать, используя более рациональную технологию, безводные процессы и системы повторного и оборотного водоснабжения;

– сточные воды содержат ценные отходы, которые можно было бы утилизировать;

– сточные воды содержат сырье, реагенты и продукцию предприятий в количествах, превышающих технологические потери;

– сточные воды содержат вещества, для которых не установлены ПДК, а также вещества, для которых отсутствуют методы аналитического контроля;

– сточные воды содержат возбудителей инфекционных заболеваний;

– сточные воды содержат радионуклиды без предварительной обработки согласно действующим нормам радиационной безопасности.

Запрещается сбрасывать в водоемы утечки от нефте- и продуктопроводов, а также сброс мусора неочищенных сточных подсланцевых балластных вод и др. веществ с плавучих средств водного транспорта.Ввод в эксплуатации новых предприятий возможен только при наличии списка ПДК и методов их определения в сточных водах.

Не допускается ввод в эксплуатацию новых и реконструированных объектов, которые не обеспечены сооружениями для предотвращения загрязнения поверхностных и подземных вод.

5. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДОПУСТИМОГО СОСТАВА СТОЧНЫХ ВОД

Допустимые концентрации загрязняющих примесей в сбрасываемых сточных водах зависят от категории водопользования характеристик водного объекта (реки, водоема), в который сбрасывают сточные воды.

Процесс разбавления сточных вод при сбросе их в водный объект происходит в две стадии, включающие в себя ***начальное*** ($n_н$) и ***основное*** (n_o) разбавления. Начальное снижение концентрации загрязняющих веществ связано с выбросом струи сточной воды в струю водотока. Этот процесс происходит в зоне начального разбавления. Эффективность начального разбавления, определяемая $n_н$, зависит от комплекса различных факторов: соотношения скоростей струи сточной воды и воды водотока, расположения и характеристик выпускных отверстий и т. п. Основное разбавление, происходящее за пределами участка начального разбавления, осуществляется за счет диффузии примеси в условиях перемешивания разных струй воды. Оно определяется морфологическими свойствами водного объекта (глубины, скорости течения, коэффициента турбулентной диффузии, шероховатости ложа реки, места выпуска сточных

вод,
извилистости реки).

В водном объекте происходит снижение концентрации примесей за счет двух основных процессов:

– процесса разбавления загрязненной струи большим количеством более чистой воды реки или озера влиянием турбулентного перемешивания;

– процесса разложения примесей за счет химических и гидробиологических процессов.

Соответственно, примеси в воде рассматриваются как консервативные и неконсервативные.

Концентрация ***консервативного*** загрязняющего вещества в контрольном створе (мг/л, мг/дм^3, г/м^3), находящемся на расстоянии L от места выпуска сточных вод C_L, изменяющаяся только в результате разбавления, определяется формулой

$$C_L = C_\text{ф} + \frac{C_\text{ст} - C_\text{ф}}{n_L}, \qquad (2)$$

где $C_\text{ф}$ – концентрация загрязняющего вещества в водоеме выше места выпуска сточных вод (фоновая концентрация);

$C_\text{ст}$ – концентрация загрязняющего вещества в месте выпуска сточных вод;

n_L – кратность (степень) общего разбавления сточных вод водой водотока или водоема, которая зависит от условий разбавления и от расстояния L.

Общая кратность разбавления представляется в виде произведения:

$$n = n_\text{н} \cdot n_\text{о}. \qquad (3)$$

Изменение концентрации ***неконсервативного*** загрязняющего вещества в водоеме зависит от времени. Скорость деструкции определяется сложным комплексом различных факторов: видом загрязнений и их взаимодействиями, наличием микроорганизмов, скоростями химических, физико-химических и биохимических процессов. Упрощенно можно описывать процесс деструкции загрязняющих примесей в виде экспоненциальной зависимости от времени:

$$C_\text{ст} = \left[C_\text{ф} + \frac{C_\text{ст}^\text{сбр} - C_\text{ф}}{n}\right] e^{-\text{к}_L t}, \qquad (4)$$

где $C_\text{ст}^\text{сбр}$ – концентрация примеси в месте сброса сточной воды: t –время, необходимое для перемещения воды от места выпуска до контрольного створа, с;

L – расстояние от места выпуска сточной воды до контрольного створа, м;

$$t = \frac{L}{\vartheta_\text{ср}}$$

$\vartheta_\text{ср}$ – средняя скорость течения реки, м/с,

κ_L – коэффициент неконсервативности вещества, с$^{-1}$. Коэффи-циент κ_L устанавливается экспериментально.

Для определения того, какая концентрация примеси в сточных водах после разбавления обеспечивает условие: $C_\text{КС} = C_\text{ПДК}$, можно представить равенство (2) в виде

$$C_\text{НДС} = C_\Phi + \left(C_\text{ПДК} - C_\Phi\right)n. \qquad (5)$$

Значение $C_\text{НДС}$ – это разрешенное к выпуску значение концентрации примеси в сточных водах. При выпуске сточных вод с такой концентрацией примеси в контрольном створе (500 м

ниже места выпуска) будет выполняться экологический и санитарный норматив качества воды водного объекта, т. е. выпуск сточных вод не окажет негативного воздействия на водный объект за пределами зоны разбавления.

В некоторых случаях фоновые концентрации примеси в водном объекте превышают значения предельно допустимой концентрации.В этих случаях допускается концентрация примести в сточных водах на уровне фоновой концентрации, и устанавливают:

$$C_{\text{НДС}} = C_{\text{ф}}. \tag{6}$$

Для неконсервативных веществ, в случае учета самоочи-щающей способности водного объекта, допустимая концентрация примеси:

$$C_{\text{НДС}} = C_{\text{ф}} + n\left(C_{\text{ПДК}} \cdot e^{kt} - C_{\text{ф}}\right), \tag{7}$$

где k – коэффициент неконсервативности, 1/сут. Значения коэффи-циента неконсервативности принимаются по данным натурных наблюдений или по справочным данным (Прил. 4) и пересчитываются в зависимости от температуры и скорости течения воды реки.

Значение БПК, допустимое к сбросу в сточных водах:

$$C_{\text{НДС}} = C_{\text{ф}} + n\left[\left(C_{\text{ПДК}} - C_{\text{СМ}}\right) \cdot e^{kt} - C_{\text{ф}}\right], \tag{8}$$

где $C_{\text{ПДК}}$ – значение $\text{БПК}_{\text{полн}}$, нормируемое согласно Общим требованиям для водного объекта данного вида водопользования (3 мгO_2/л или 6 мгO_2/л) (Прил. 1);

k – усредненное значение коэффициента неконсервативности органических веществ, обусловливающих БПК фона и сточных вод, $с^{-1}$;

$C_{\text{СМ}}$ – $\text{БПК}_{\text{полн}}$, обусловленная метаболитами и органическими веществами, смываемыми в водоток атмосферными осадками с площади водосбора на последнем участке пути перед контрольным створом длиной 0,5 суточного пробега.

Значение $C_{\text{см}}$ принимается равным:

– для горных рек 0,6–0,8 г/м^3;

– для равнинных рек, протекающих по территории, почва которой не слишком богата органическими веществами 1,7–2 г/м^3;

– для рек болотного питания или протекающих по территории, с которой смывается повышенное количество органических веществ 2,3–2,5 г/м^3.

Если расстояние от выпуска сточных вод до контрольного створа меньше 0,5 суточного пробега, то $C_{\text{СМ}}$ принимается равной нулю.

Допустимое значение концентрации взвешенных веществ в сточных водах:

$$C_{\text{НДС}} = C_{\text{ф}} + n \cdot C_{\text{доб}}\ , \tag{9}$$

где $C_{\text{доб}}$ – допустимое добавление концентрации взвешенных веществ на участке до контрольного створа согласно Общим требованиям. (Прил. 1): для рыбохозяйственных водоемов высшей и 1-й категории $C_{\text{доб}}$ = 0,25 мг/л; для рыбохозяйственных водоемов 2-й категории и водных объектов культурно-бытового назначения $C_{\text{доб}}$ = 0,75 мг/л.

6. ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕОБХОДИМОЙ ОЧИСТКИ СТОЧНЫХ ВОД

6.1. Общие сведения

Если на производстве образуются сточные воды, содержащие загрязняющие примеси в концентрациях $С_{ст} > С_{НДС}$, или состава, не обеспечивающего соответствия Общим требованиям, то эти воды выпускать в водоток или водоем без очистки нельзя.

Расчеты по определению необходимой степени очистки сточных вод, сбрасываемых в водоток или водоем, производят по концентрациям ПДК вредных примесей, по концентрации взвешенных частиц, по допустимой величине БПК в смеси речной воды и сточных вод, по потреблению сточными водами растворенного кислорода, по температуре воды, окраске, запаху и солевому составу, а также по изменению величины активной реакции воды водоема.

6.2. Эффективность (степень) необходимой очистки загрязненных сточных вод по концентрациям загрязняющих примесей

Эффективность (степень) необходимой очистки загрязненных сточных вод по концентрациям загрязняющих примесей определяется по формуле

$$Э = \frac{(С_{ст} - C_{НДС})}{С_{ст}} 100\ \%, \qquad (10)$$

где $C_{ст}$ – концентрация загрязняющего вещества в сточных водах до очистки;

$C_{НДС}$ – необходимая концентрация загрязняющего вещества в сточных водах после очистки.

6.3. Эффективность необходимой очистки сточных вод по взвешенным веществам

Норматив допустимого содержания взвешенных веществ $С_{НДС}$ в сбрасываемых в водоем или водоток сточных водах определяется по формуле (9).

Степень необходимой очистки по взвешенным веществам может быть определена в процентах (%):

$$Э = \left(\frac{С_{св} - С_{ф} - С_{доб} \cdot n}{C_{св}}\right) 100\ \%, \qquad (11)$$

где $C_{св}$ – содержание взвешенных веществ до очистки.

6.4. Эффективность необходимой очистки сточных вод по растворенному в воде водотока или водоема кислороду

В соответствии с правилами сброса сточных вод в водоем после смешения сточной воды с водой водоема содержание в ней растворенного кислорода должно быть не ниже 4 мгO_2/л для водоемов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения и не менее 6 мгO_2/л для рыбохозяйственных водоемов высшей и первой категорий.

Исходя из этого, максимально допустимое значение БПК сбрасываемых сточных вод, обеспечивающее сохранение количества растворенного кислорода:

$$C_{НДС} = \frac{\gamma Q}{0{,}4\ q}\left(О_р - 0{,}4\ C_ф - О\right) - \frac{О}{0{,}4} \qquad , \qquad (12)$$

где $C_{НДС}$ и $C_ф$ – полное биохимическое потребление кислорода, соответственно, сточными водами и речной водой, мгO_2/л;

Q – расход воды в реке,

q – расход сточных вод, м^3/сут;

γ – коэффициент смешения;

$O_р$ – содержание растворенного кислорода в речной воде до места сброса сточных вод, мгO_2/л;

O – минимальное содержание кислорода в воде, принимаемое в зависимости от вида водоема равным 4 или 6 мгO_2/л.

Степень необходимой очистки по растворенному кислороду:

$$Э = \frac{C_{св} - C_{НДС}}{C_{св}} 100\ \%, \tag{13}$$

где $C_{св}$ – БПК$_{полн}$ сточных вод до очистки.

6.5. Эффективность необходимой очистки сточных вод по БПК воды водного объекта и сточных вод

При расчете необходимой степени очистки сточных вод по БПК$_{полн}$ учитывается самоочищение сточных вод в водоеме за счет биохимических процессов, а также разбавление сточных вод водами водоема. БПК является неконсервативным параметром, т. е. зависит от времени t.

Нормативно допустимое значение БПК$_{полн}$ сточной воды при выпуске ее в водоем определяется, как:С

$$C_{НДС} = \frac{\gamma Q(C_{ПДК} - C_ф \cdot 10^{-k_в t})}{q \cdot 10^{-k_{ст} t}} + \frac{C_{ПДК}}{10^{-k_{ст} t}}, \tag{14}$$

где $k_{ст}$ – константа скорости потребления кислорода сточной водой;

$k_в$ – константа скорости потребления кислорода водой водоема;

$C_{ПДК}$ – предельно допустимая БПК$_{полн}$ смеси воды водоема и сточной воды в расчетном створе: для водоемов хозяйственно-питьевого, рыбохозяйственного и культурного-бытового пользования эта величина принимается равной 3 и 6 мгO_2/л, соответственно;

$C_ф$ – БПК$_{полн}$ воды водоема до места выпуска сточных вод;

t – продолжительность перемещения воды от места выпуска сточных вод в водоем до расчетного створа:

$$t = \frac{L_ф}{V_{ср}}, \tag{15}$$

$L_ф$ – расстояние по фарватеру от места выпуска вод до расчетного створа, м;

$\vartheta_{ср}$ – к средняя скорость течения воды в реке на данном участке, м/с.

Необходимая степень очистки Э определяется, как:

$$Э = \frac{C_{ст} - C_{НДС}}{C_{ст}} 100\ \%, \tag{16}$$

где $C_{ст}$ – БПК$_{полн}$ сточных вод до очистки, мгO_2/л.

6.6. Эффективность необходимой очистки сточных вод при одновременной очистке от нескольких веществ

При одновременной очистке сточных вод от нескольких веществ на практике сталкиваются с проблемой не одинаковой очистки от различных загрязнителей. Поэтому определение необходимой эффективности очистки проводится для наиболее трудно выводимого веще-

ства. Тогда остальные вещества, как более легко выводимые, будут иметь больший эффект очистки.

Для трудно выводимого вещества эффективность очистки определяется формулой

$$Э_{к} = \left(1 - \frac{1 - \frac{m-1}{m} \sum_{i=1}^{m-1} \frac{C_{ф}^{i}}{C_{ПДК}^{i}}}{\frac{1}{m} \sum_{i=1}^{m} \frac{C_{ст}^{i}}{C_{ПДК}^{i}}} \right), \quad (17)$$

где m – число загрязняющих веществ.

7. РАСЧЕТ НОРМАТИВОВ ДОПУСТИМОГО СБРОСА

Нормативы допустимых сбросов (НДС) – нормативы сбросов загрязняющих веществ в составе сточных вод в водные объекты.

Величина НДС определяются как масса химических веществ либо смеси химических веществ, микроорганизмов, иных веществ, как показатели активности радиоактивных веществ, допустимые для сброса в водные объекты стационарными источниками за определенный период времени (г/ч, т/год и т. п.).

При расчете условий сброса сточных вод сначала определяется значение $C_{НДС}$, обеспечивающее нормативное качество воды в контрольных створах, а затем определяется масса m согласно формуле:

$$m = q_{ст} \cdot C_{НДС}, \quad (18)$$

где $q_{ст}$ – наибольший среднечасовой расход сточных вод за фактический период сброса ($м^3$/ч, $м^3$/мес, $м^3$/год);

$C_{НДС}$ – допустимая концентрация вещества в сточных водах на выпуске (мг/л, г/$м^3$).

Важно соблюдать обязательность требования увязки сброса массы вещества, соответствующей НДС, с расходом сточной воды. Например, уменьшение расхода при сохранении величины НДС будет приводить к концентрации вещества в водном объекте, превышающей ПДК.

При расчете НДС используются гидрологические характеристики водного объекта и гидрохимические характеристики воды приемника и сбрасываемых сточных вод (Табл. 2).

Результаты расчетов НДС для всех контролируемых веществ для каждого выпуска приводятся в виде Табл. 3.

Таблица 2

Перечень исходных данных для расчета НДС

Наименование	Ед. изм.	Вид приемника СВ	
		водоем	водоток
1	2	3	3
Расчетный расход СВ	$м^3/с$	+	+
Вид водопользования	–	+	+
Категория рыбохозяйственного водного объекта	–	+	+
Расстояние от выпуска СВ до контрольного пункта водопользования	км	+	+
Средняя глубина водоема (водотока) в месте выпуска СВ	м	+	+
Скорость потока в выходном сечении оголовка выпуска СВ	м/с	+	+
Тип выпуска СВ	–	+	+
Расчетный минимальный среднемесячный расход воды года 95 %-й обеспеченности водотока (приемника СВ)	$м^3/с$	–	+
Средняя скорость течения воды в водотоке на участке от выпуска СВ до контрольного створа	м/с	–	+
Средняя многолетняя скорость ветра над водой	м/с	+	–
Коэффициент шероховатости русла	–	–	+
Коэффициент шероховатости нижней поверхности льда	–	–	+
Период ледостава	сутки	+	+
Гидрохимические показатели воды приемника СВ (взвешенные вещества, минерализация, водородный показатель, растворенный в воде кислород, щелочность, среднемесячная температура самого жаркого месяца года за последние 10 лет, биохимическое потребление кислорода (полное), химическое потребление кислорода, синтетические поверхностно-активные вещества, неорганические и органические вещества)	мг/л, (°С)	+	+
Гидрохимические показатели СВ (взвешенные вещества, минерализация, водородный показатель, температура, биохимическое потребление кислорода (полное), химическое потребление кислорода, синтетические поверхностно-активные вещества, неорганические и органические вещества)	мг/л, (°С)	+	+

Таблица 3

Результаты расчетов НДС для всех контролируемых веществ для каждого выпуска.

Показатели состава на _____год	Расход сточных вод, $q_{ст}$		Допустимая концентрация на выходе, $C_{НДС}$	Нормативно допустимый сброс, $m_{НДС}$	
	$м^3/ч$	тыс. $м^3$/год	мг/л (г/$м^3$)	г/ч	т/год
Взвешенные в-ва	12000	20000	2,75	1681	2,530

8. МЕТОДЫ РАСЧЕТА РАЗБАВЛЕНИЯ СТОЧНЫХ ВОД ВОДОЙ ВОДОТОКОВ И ВОДОЕМОВ

8.1. Общие сведения

Кратность основного разбавления $\boldsymbol{n}$ определяется соотношением расхода воды в водоеме $\boldsymbol{Q}$, расхода сточных вод $\boldsymbol{q}$, и коэффициентом смешения $\boldsymbol{\gamma}$:

$$n = \frac{q+\gamma Q}{q} \tag{19}$$

Расход воды в водоеме (водотоке) и расход сточных вод равен количеству воды ($м^3$), протекающей через выбранную в данном месте площадку единичной площади в единицу времени (с). Единица измерения $\boldsymbol{Q}$ и $\boldsymbol{q}$ – $м^3/с$.

Коэффициент смешения $\boldsymbol{\gamma}$ в формуле (19) зависит от гидрологических характеристик водного объекта – глубины, ширины реки, скорости течения воды, вязкости воды, шероховатости и уклона дна и т. п., а также от режима выпуска сточных вод (места выпуска в водоем, диаметра выпуска). Нахождение коэффициента смешения для определения разбавления сточной воды в природном водоеме представляет собой достаточно сложную аналитическую задачу.

Основные методы расчета кратности разбавления для определения изменения концентрации загрязняющего вещества в природном водном объекте, рекомендованные нормативными документами:

для водотоков

- расчет начального разбавления методом Н. Н. Лапшева;
- расчет основного разбавления методом В. А. Фролова – И. Д. Родзиллера (ВОДГЕО);
- расчет основного разбавления методом ТПИ (Таллиннского политехнического института);
- расчет основного разбавления детальным методом Караушева (ГГИ).

для непроточных водоемов

- расчет основного и начального разбавления методом М. А. Руффеля;
- расчет основного и начального разбавления методом Н. Н. Лапшева.

8.2. Расчет начального разбавления методом Лапшева

При расчетах начального разбавления используются следующие значения:

- скорость воды в реке, $\vartheta_р$;
- скорость сточных вод из выпуска, $\vartheta_{ст}$;
- диаметр трубы выпуска, $d_о$;
- диаметр загрязненного пятна в воде реки, d.

Кратность начального разбавления $n_н$ учитывается при выпуске сточных вод в водотоки в следующих случаях:

- для напорных сосредоточенных и рассеивающих выпусков в водоток при соотношении скоростей $\vartheta_р$ и выпуска $\vartheta_{ст}$:

$$\vartheta_{ст} \geq 4 \cdot \vartheta_р, \tag{20}$$

- при абсолютных скоростях истечения струи из выпуска, больших 2 м/с.

При меньших скоростях расчет начального разбавления не производится.

Для единичного напорного выпуска кратность начального разбавления рассчитывается следующим образом:

1) Вычисляются отношения

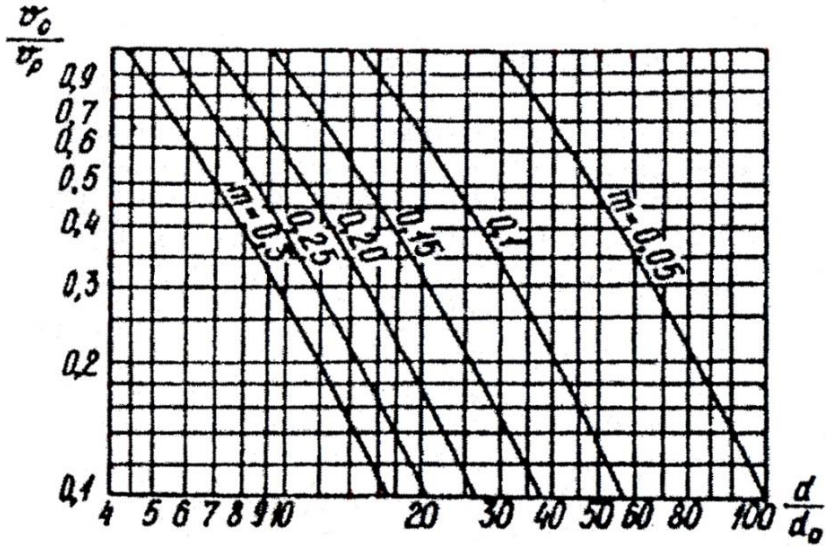
$$\frac{\vartheta_o}{\vartheta_p} \geq \frac{\vartheta_p+0{,}15}{\vartheta_p} - 1; \quad m = \frac{\vartheta_p}{\vartheta_{ст}}, \tag{21}$$

где ϑ_o – скорость на оси струи.

2) По номограмме (рис. 2) определяется отношение $\frac{d}{d_0}$,

где d – диаметр загрязненного пятна в граничном створе зоны начального разбавления;

d_0 – диаметр выпуска.



По номограмме (рис. 3) определяется кратность начального разбавления $n_н$ по известным величинам $\frac{d}{d_0}$ и m.

Рис. 2. Номограмма для определения диаметра струи в расчетном сечении

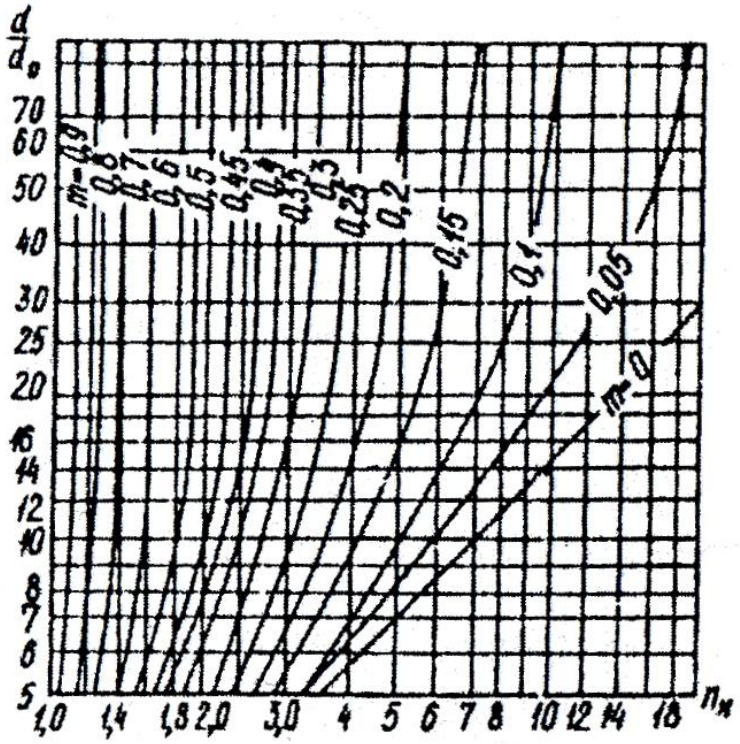


Рис. 3. Номограмма для определения начального разбавления в поток

Для рассеивающего напорного выпуска расчет осуществляется следующим образом: если число выпускных отверстий оголовка выпуска равно N_0, и скорость истечения сточных вод из них равен $V_{ст}$, тогда диаметр отверстия или оголовка рассеивающего выпуска

$$d_0 = \sqrt{\frac{4q}{\pi \vartheta_{ст} N_0}}, \qquad (22)$$

где q – суммарный расход сточных вод, м^3/с.

3) По номограмме (см. рис. 2) определяется отношение $\frac{d}{d_0}$, затем находится значение диаметра загрязненного пятна d, которое сравнивается с глубиной реки H.

4) Если $d < H$ (диаметр пятна не превышает глубины реки), то по номограмме (см. рис. 3) находят кратность начального разбавления $n_н$.

Для случая естественной струи $d > H$ соответствующая ему кратность разбавления $n_н$ определяется умножением найденного значения $n_н$ на поправочный коэффициент $f\left(\frac{H}{d}\right)$, который определяется из рис. 4.

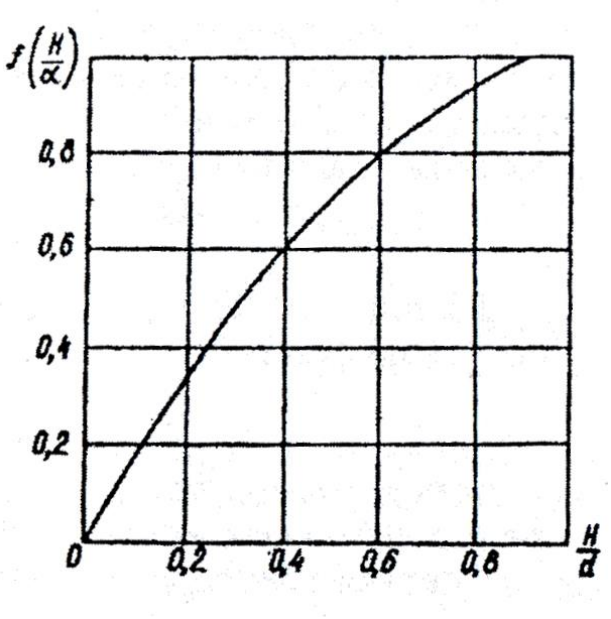


Рис. 4. График для определения поправочного коэффициента

8.3. Расчет основного разбавления методом Фролова-Родзиллера (ВОДГЕО)

Этот метод расчета применим для сброса сточных вод в большие и средние водотоки (реки), когда соотношение между расчетным расходом водотока и сточных вод входит в рамки неравенства $0{,}0025\frac{q}{Q} < 0{,}1$.

Значения расхода воды в водоеме Q принимаются при следующих условиях:

- для незарегулированных водотоков расчетный минимальный среднемесячный расход воды составляет 95 % обеспеченности;
- для зарегулированных водотоков установленный гарантирован-ный расход ниже плотины (санитарный пропуск) с учетом исключения возможных обратных течений в нижнем бьефе.

Данные по месячным расходам воды могут быть получены в органах Росгидромета.

В проточных водоемах коэффициент смешения находят по методу Фролова-Родзиллера:

$$\gamma = \frac{1-\exp(-\alpha\sqrt[3]{L_ф})}{1+\left(\frac{Q}{q}\right)\exp(-\alpha\sqrt[3]{L_ф})}, \quad (23)$$

где $L_ф$ – расстояние от расчетного створа по фарватеру, м.
Параметр α учитывает гидравлические условия смешения:

$$\alpha = \varphi\varepsilon\sqrt[3]{\frac{D}{q}}, \quad (24)$$

где φ – коэффициент извилистости реки на участке в 500 м (до контрольного створа, φ= $L_ф/L$)
ξ – коэффициент, зависящий от места выпуска принимается:

ξ = 1 при береговом выпуске;

ξ = 1,5 при фарватерном выпуске.

D – коэффициент турбулентной диффузии, м^2/с, определяется по формуле

$$D = \frac{gH_{ср}\vartheta_{ср}}{M_ш C_ш}, \quad (25)$$

где $\vartheta_{ср}$ – средняя скорость течения реки, м/с;
$H_{ср}$ – средняя глубина реки, м;
g – ускорение свободного падения, g = 9,81 м/с^2;
$C_ш$ – коэффициент Шези, м$^{1/2}$/с определяем по формуле Н. Н. Павловского:

$$C_ш = \frac{R^y}{n_ш}, \quad (26)$$

$M_ш$ – функция коэффициента Шези, для воды $M_ш$ = 22,3 м$^{1/2}$/с.

Более точно коэффициент турбулентной диффузии определяется следующим образом:
для летнего времени:

$$D = \frac{gH_{ср}\vartheta_{ср}}{37n_ш C^2}, \quad (27)$$

$n_ш$ – коэффициент шероховатости ложа реки (определяется по Прил. 5);
где R – гидравлический радиус потока, м (принимается, что $R \approx H_{ср}$):
параметр

$$y = 2{,}5\sqrt{n_ш} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R}(\sqrt{n_ш} - 1). \quad (28)$$

Для зимнего времени (периода ледостава):

$$D = \frac{g\vartheta_{ср}R_{пр}}{74n_{пр}C_{пр}^2}, \quad (29)$$

где $R_{пр}$, $n_{пр}$, $C_{пр}$ – приведенные значения гидравлического радиуса, коэффициента шероховатости и коэффициента Шези;
$n_{пр}$ – приведенный коэффициент шероховатости ложа реки определяется по формуле

$$n_{пр} = n_ш(1 + b_{пр}^{1,5})^{0,67}, \quad (30)$$

$$b_{\text{пр}} = \frac{n_{\text{ш}}}{n}, \tag{31}$$

где n – коэффициент шероховатости нижней поверхности льда по Белоконю П. Н. (определяется по Табл. 2), параметр $y_{\text{пр}}$:

$$y_{\text{пр}} = 2{,}5\sqrt{n_{\text{пр}}} - 0{,}13 - 0{,}75\sqrt{R_{\text{пр}}}\left(\sqrt{n_{\text{пр}}} - 0{,}1\right), \tag{32}$$

$$R_{\text{пр}} = 0{,}5H_{\text{ср}}, \tag{33}$$

$$n_{\text{пр}} = n_{\text{ш}}\left[1+(n_{\text{л}}/\, n_{\text{ш}})^{1{,}5}\right]^{0{,}67}, \tag{34}$$

где $n_{\text{л}}$ – коэффициент шероховатости нижней поверхности льда.

В приближенных расчетах для равнинных рек можно применять формулу

$$D = \frac{\vartheta_{\text{ср}} H_{\text{ср}}}{200}, \tag{35}$$

где $\vartheta_{\text{ср}}$ – средняя скорость течения реки на рассматриваемом участке;

$H_{\text{ср}}$ – средняя глубина реки на этом участке.

Определив коэффициент смешения γ по формуле (23), можно найти коэффициент разбавления n по формуле (19).

8.4. Расчет кратности основного разбавления воды в реке методом ТПИ

Метод ТПИ основан на аналитическом решении двумерного (планового) уравнения турбулентной диффузии и рекомендуется для малых водотоков с коэффициентом извилистости не более 1,5.

Для расчета рассмотрим ситуационную схему, в которой выберем систему координат (*XZ*), как показано на рис. 5.

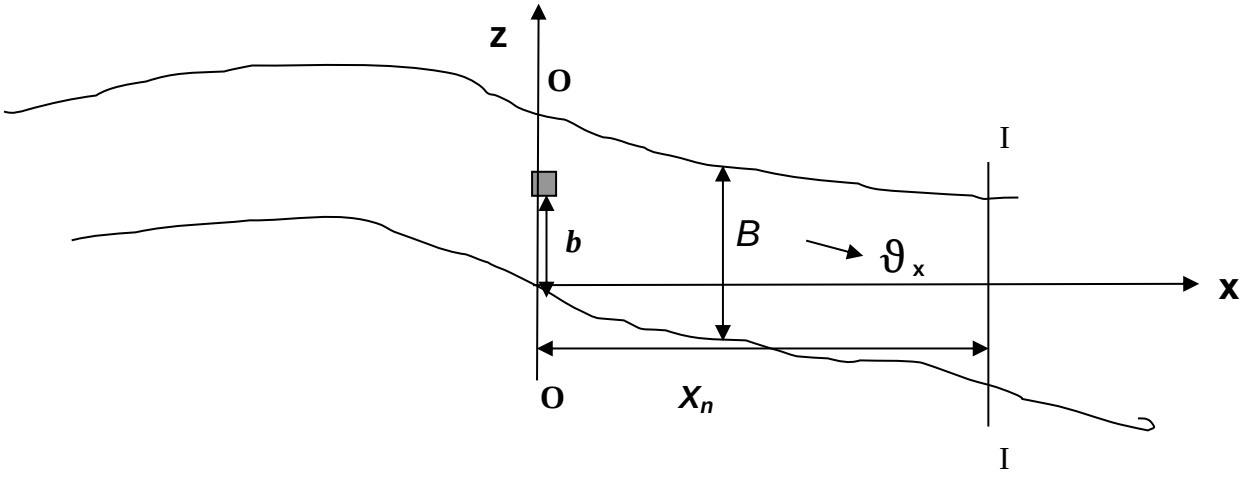


Рис. 5. Схема для расчета разбавления загрязненных вод водотоком:
сечение ОО – место выпуска сточных вод; сечение I–I – контрольный створ;
B – средняя ширина реки ($B \leq 50$ - 60 м);
b – расстояние от выпуска сточных вод до берега;

X_n – расстояние от места выпуска сточных вод до контрольного створа;
$\vartheta_{x\ -}$ средняя скорость течения реки на данном участке;
$H_{ср}$ – средняя глубина реки; q – расход сточных вод;
D_y – коэффициент диффузии в поперечном сечении

Кратность разбавления n находится по формуле

$$n = \frac{H_{ср}\sqrt{\pi\vartheta_{ср}D_yX}}{q}\left[erf\left[\frac{b\sqrt{\vartheta_{ср}}}{2\sqrt{D_yX}}\right] + erf\left[\frac{(B-b)\sqrt{\vartheta_{ср}}}{2\sqrt{D_yX}}\right]\right] + 1, \quad (36)$$

где $erf(X) = \frac{2}{\sqrt{\pi}}\int_0^X e^{-t^2}dt$ – функция ошибок, значения которой находятся с помощью таблиц (Прил. 6, 7) в справочнике математических функций или на ПК в программе *Excel*.

Для рек шириной 50–60 м коэффициент диффузии в поперечном сечении D_y рекомендуется определять по формуле:

$$D_y = \frac{41{,}6RW}{\sqrt{Re}}, \quad (37)$$

где R – гидравлический радиус, R=$H_{ср}$ в летнее время, R= $H_{ср}$/2 в зимнее время;

W – динамическая скорость движения воды:

$$W = \vartheta_{ср}\sqrt{\frac{g}{C_ш}}, \quad (38)$$

где g – ускорение свободного падения;
$C_{ш\ -}$ коэффициент Шези;
Re – число Рейнольдса:

$$Re = \frac{\vartheta_{ср}R}{\sigma}, \quad (39)$$

где σ – кинематическая вязкость воды, которая зависит от температуры и определяется по таблице (Прил. 8).

8.5. Расчет кратности общего разбавления воды в непроточном водоеме по методу Руффеля

Этот метод применяется для определения снижения концентрации консервативного вредного вещества, выпускаемого со сточными водами через один выпуск в водоем с ветровыми течениями.

Рассматривается два случая выпуска сточных вод (рис. 6):

1. Выпуск сточных вод осуществляется в мелководную часть или верхнюю треть глубины водоема. В этом случае загрязненная струя воды распространяется вдоль берега под воздействием прямого поверхностного течения, имеющего одинаковое с ветром направление.

2. Выпуск сточных вод осуществляется в нижнюю треть глубины водоема. В этом случае загрязненная струя воды распространяется к береговой полосе против выпуска под воздействием компенсационного течения, обратного направлению ветра.

Средняя часть глубины не рассматривается, так как в ней образуется застойная зона, и сточные воды, попавшие в нее, плохо рассасываются.

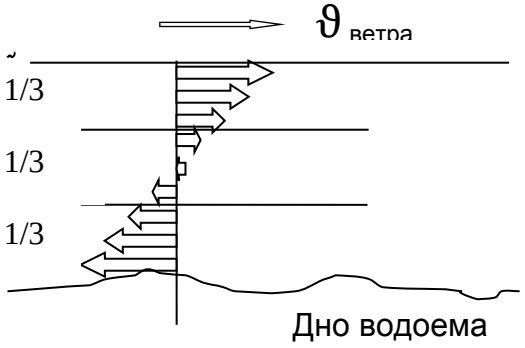


Рис. 6. Схематическое распределение скоростей движения слоев воды в непроточном водоеме

Метод М. А. Руффеля имеет следующие ограничения:

– глубина зоны смешения не превышает 10 м;

– расстояние от выпуска до контрольного створа вдоль берега в первом случае не превышает 20 км;

– расстояние от выхода сточных вод до берега против выпускного оголовка во втором случае не превышает 0,5 км.

Кратность *начального разбавления* $n_н$ зависит от расхода сточных вод q, средней глубины водоема $H_{ср}$ и глубины, на которой производится выпуск сточных вод.

При выпуске в мелководье или в первую треть глубины:

$$n_н = \frac{q+0{,}00215\vartheta H_{ср}^2}{q+0{,}000215\vartheta H_{ср}^2}, \quad (40)$$

Для скорости ветра ϑ =5,5 м/с (наиболее неблагоприятной в санитарном отношении):

$$n_н = \frac{q+0{,}0118H_{ср}^2}{q+0{,}00118H_{ср}^2}, \quad (41)$$

При скоростях ветра ϑ, отличных от 5,5 м/с, вторые слагаемые числителей и знаменателей надо умножить на фактор ϑ /5,5.

Для берегового выпуска, находящегося в нижней трети глубины водоема или его мелководной части

$$n_н = \frac{q+0{,}00158\vartheta H_{ср}^2}{q+0{,}000079\vartheta H_{ср}^2} \quad (42)$$

и скорости ветра, равной 5,5 м/с

$$n_н = \frac{q+0{,}087H_{ср}^2}{q+0{,}000435H_{ср}^2}. \quad (43)$$

Кратность *основного* разбавления n_o также зависит от глубины выпуска сточных вод.

На расстоянии l от места выпуска сточных вод *при выпуске сточных вод в мелководье или верхнюю треть глубины*:

$$n_0 = 1 + 0{,}412\left(\frac{l}{\Delta x}\right)^{0{,}627+\frac{0{,}0002l}{\Delta x}}, \quad (44)$$

$$\Delta x = 6{,}53H_{ср}^{1{,}17}; \quad (45)$$

при выпуске в нижнюю треть глубины:

$$n_0 = 1{,}85 + 2{,}32\left(\frac{l}{\Delta x}\right)^{0{,}41+\frac{0{,}0064l}{\Delta x}}, \quad (46)$$

$$\Delta x = 4{,}41 H_{\text{ср}}^{1{,}17}, \quad (47)$$

где l – расстояние от места выпуска до контрольного створа, м.

Средняя глубина $H_{\text{ср}}$ определяется на участке протяженностью ΔL, в зависимости от средней глубины водоема $H_{\text{о}}$, по следующей таблице:

$H_{\text{о}}$, м	ΔL, м
3 ÷ 4	100
5 ÷ 6	150
7 ÷ 8	200
9 ÷ 10	250

Кратность общего разбавления определяется, как произведение:

$$n = n_{\text{н}} \cdot n_0.$$

Если не выполняются условия применимости метода Руффеля, то расчет кратности начального разбавления $n_{\text{н}}$ выполняется методом Лапшева.

8.6. Расчет кратности общего разбавления сточных вод в водоеме по методу Лапшева

Метод Лапшева применяется для расчета разбавления при выпуске сточных вод в водоемы при выполнении следующих условий:

- скорость истечения сточных вод в водоемы не превышает 2 м/ч;
- выпуск сточных вод находится на некотором удалении от берега (не менее 20 м);
- глубина водоема H в месте выпуска должна соответствовать критерию:

$$H/d_{\text{о}} \leq 30,$$

где $d_{\text{о}}$ – диаметр выпуска.

Наименьшее разбавление n на расстоянии L от места выпуска определяется выражением

$$n = A\left(\frac{0{,}2L}{d_0}\right)^{PS}, \quad (48)$$

где A – параметр, зависящий от конструкции выпуска, при сосредоточенном выпуске A = 1;

P – параметр, зависящий от скорости проточности водоема и нагрузки на него сточных вод;

S – параметр, зависящий от глубины водоема.

Для нахождения параметра P следует рассматривать два случая, в зависимости от характера течения воды в водоеме:

1. Если движение воды в водоеме определяется стоком, то

$$P = \frac{L\omega_0}{0{,}000015\beta q + L\omega_0}, \quad (49)$$

где L – расстояние от места выпуска сточных вод до расчетного створа в направлении стокового течения, м;

ω_o – суммарная площадь выпускных отверстий, м^2;

β – параметр, характеризующий обмен воды в водоеме, годы;

q – объем сточных вод, сбрасываемых в течение года, м^3/год.

2. Если течение воды в водоеме определяется нагонными ветрами, то

$$P = \frac{\vartheta_n}{0{,}0000015\vartheta_o + \vartheta_n}, \tag{50}$$

где ϑ_n – скорость течения воды в водоеме, м/с;

ϑ_o – скорость истечения сточных вод из выпуска, м/с.

Параметр S в обоих случаях рассчитывается как: 0,875

$$S = 0{,}875 + \frac{0{,}325H}{360 + \left(\vartheta_n / \vartheta_0\right)10^5}, \tag{51}$$

где H – глубина водоема в месте выпуска, м.

8.7. Расчет изменения концентрации загрязняющего вещества в водоеме по методу Караушева

Изменение концентрации c взвешенного или растворенного вещества в водотоке в пространстве (xyz) и во времени t подчиняется дифференциальным уравнениям:

$$\frac{dC}{dt} = D\left(\frac{\partial^2 C}{\partial x^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial y^2} + \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}\right) - U\frac{\partial c}{\partial y}, \tag{52}$$

$$\frac{dC}{dt} = \frac{\partial C}{\partial t} + \vartheta_x \frac{\partial C}{\partial x} + \vartheta_y \frac{\partial C}{\partial y} - \vartheta_z \frac{\partial C}{\partial z}, \tag{53}$$

где система координат выбрана, как показано на ситуационной схеме (см. рис. 5), ось y направлена вглубь реки;

D – коэффициент турбулентной диффузии, м^2/с;

U – гидравлическая крупность взвешенных частиц, м/с. Для растворимых веществ $U = 0$.

ϑ_x, ϑ_y, ϑ_z – соответствующие компоненты скорости течения водотока, м/с.

В методе Караушева рассматривается упрощенная ситуация распространения концентрации загрязняющего вещества с водой водоема в какой-либо плоскости, например, в горизонтальной плоскости (xz) – решается так называемая плоская задача. В этом случае предполагается, что в вертикальном направлении перемешивание идет очень быстро, т. е. изменением концентрации вдоль оси y можно пренебречь (dC/dy) = 0. Предполагается также, что отсутствуют поперечные течения, т. е. $\vartheta_z = 0$.

Тогда уравнения (52) и (53) существенно упрощаются и сводятся к выражению:

$$\vartheta_x \frac{\partial C}{\partial x} = D \frac{\partial^2 C}{\partial z^2}. \quad (54)$$

Это уравнение можно записать в виде конечных разностей, заменяя дифференциалы $\partial C, \partial x$ на конечные приращения:

$$\vartheta_{\text{ср}} \frac{\Delta_x C}{\Delta x} = D \frac{\Delta C_z^2}{\Delta_z^2}. \quad (55)$$

Тогда получается соотношение:

$$\Delta x = \frac{\vartheta_{\text{ср}} \Delta z^2}{2D} \quad . \quad (56)$$

Для расчета изменения концентрации в плоскости (*xz*) вся расчетная плоскость разбивается на расчетные элементы, как показано на схеме (рис. 7). Расчетные элементы – это клетки со сторонами Δ*x* и Δ*z*, которые связаны зависимостью (56). Каждому элементу присваивается индекс, соответствующий его положению (см. рис. 7). Изменение индекса на единицу означает переход от одного элемента к соседнему. Значениям концентрации вещества в данном расчетном элементе присваиваются те же индексы.

При проведении расчета на плане водного объекта обозначают начальный створ – место поступления сточных вод. Ниже по течению поток схематизируется и делится на расчетные элементы. Скорость поступления сточных вод в водный объект в месте сброса принимается равной скорости течения водотока $\vartheta_{\text{ср}}$.

1. Сначала вычисляется условная площадь поперечного сечения потока δ в месте его впадения в водоем. Если расход сточных вод равен $q_{\text{ст}}$, то

$$\delta = \frac{q_{\text{ст}}}{\vartheta_{\text{ср}}}. \quad (57)$$

2. Отсюда можно определить ширину загрязненной струи *b*:

$$b = \frac{\delta}{H_{\text{ср}}} = \frac{q_{\text{сп}}}{\vartheta_{\text{ср}} H_{\text{ср}}}. \quad (58)$$

3. Назначается ширина расчетного элемента Δz, которая должна соответствовать условию

$$\Delta z \leq \frac{1}{10} B, \quad (59)$$

где *B* – ширина водотока в месте выпуска сточных вод, м/с.

Чем меньше выбрана величина Δz, тем выше точность определения концентрации, но и тем больше шагов потребуется для ее определения. Поэтому рекомендуется выбирать $\Delta z \leq B/20$.

Для определения изменения концентрации в плоскости (*xz*) находят значение концентрации в элементе (κ+1, *m*) по формуле

(60)

$$C_{k+1,m} = 0{,}5(C_{k,m-1} + C_{k,m+1}).$$

При расчете используется граничное условие: $\Delta C = 0$, что соответствует непрерывному изменению концентрации и возможности экстраполяции значения концентрации за пределы потока, в частности, за границу потока. При этом экстраполяционное значение концентрации $c_{k\text{экстр}}$ в k-м элементе, примыкающем к границе потока извне, принимается равным значению концентрации $c_{k,1}$ в элементе, находящемся в потоке и примыкающем к границе потока изнутри:

$$C_{k,1\text{экстр}} = C_{k,1} \qquad (61)$$

При построении поля концентрации экстраполяционные значения концентрации с внешней стороны от границы потока используют как действительные для расчета краевых концентраций внутри потока в следующем столбце.

Таким образом, вся схематическая площадь водотока покрыва-ется сеткой, в клетках которой записываются значения концентрации, определенные по формуле (60) с учетом граничных условий. Клетки за пределами загрязненной струи заполняются значениями концентрации выше выпуска сточных вод (фоновые значения).

Если требуется рассчитать поле концентрации на достаточно больших расстояниях, то расчеты ведутся до определенного створа, дальше возможно провести укрупнение клеток. Для этого находится среднее арифметическое двух соседних клеток по вертикали, пересчитывая, соответственно размеры клеток по формуле (56). Значения концентрации также определяют по формуле (60), рассматривая соответствующие укрупненные клетки. Укрупнение можно проводить несколько раз, начиная с определенного створа.

Все расчёты рекомендуется делать с использованием программного продукта *Excel* (Прил. 9).

Номер элемента	1	2	…	k	k+1	k+2
m+2	$C_{1,\,m+2}$			$C_{k,m+2}$		
m+1	$C_{1,\,m+1}$			$C_{k,m+1}$		
m	$C_{1,\,m}$			$C_{k,m}$	$C_{k+1,\,m}$	
m–1…	$C_{1,\,m-1}$			$C_{k,m-1}$		
…….						
3	C_{13}	C_{23}		C_{k3}	$C_{k+1,\,3}$	
2	C_{12}	C_{22}		C_{k2}	$C_{k+1,\,2}$	
1	C_{11}	C_{12}		C_{k1}	$C_{k+1,\,1}$	
экстраполяция	$C_{11\,\text{экстр}}$	$C_{12\,\text{экстр}}$		$C_{k1\,\text{экстр}}$	$C_{k+1,\,1\,\text{экстр}}$	

Рис. 7. Схема для расчета поля концентрации загрязняющего вещества в воде водотока в условии плоской задачи

Если требуется определить концентрацию примеси на определенном расстоянии, то берут значения концентрации в ближайших клетках и определяют точное значение методом линейной интерполяции.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. *ГОСТ 17.1.1.01-77.* Охрана природы. Гидросфера. Использование и охрана вод. Основные термины и определения. М.: 1978.

2. *ГОСТ 27065-86* (СТ СЭВ 5184-85). Государственный стандарт СССР. Качество вод. Термины и определения. Введ. в действие Постановлением Госстандарта СССР от 29.10.1986 № 3306.

3. *Водный кодекс Российской Федерации* (в редакции от 13.07.2015). М.: 2006 г.

4. *ГОСТ 19179.* Гидрология суши. Термины и определения. утверждены Постановлением Государственного комитета стандартов Совета Министров СССР от 29 октября 1973 г. №2394. М.: 1988.

5. *ГОСТ 25150.* Канализация. Термины и определения. Разработан Министерством мелиорации и водного хозяйства СССР Государственным комитетом СССР по делам строительства. М.:1982.

6. *Федеральный закон от 10.01.2002 г.* №7-ФЗ «Об охране окружающей среды» в редакции от 13.07.2015 г. М.: 2002.

7. *Канализация населенных мест и промышленных предприятий* / Н. И. Лихачев, И. И. Ларин, С. А. Хаскин [и др.]; под общ. ред. В. Н. Самохина. 2-е изд., перераб. и доп. М: Стройиздат, 1981. 639 с.

8. *СанПиН 2.1.5.980-00.* Гигиенические требования к охране поверхностных вод, М.: 2000.

9. *СТО. Газпром 8-2005.* Стандарт организации регламент по расчету предельно допустимых сбросов веществ в поверхностные водные объекты со сточными водами, Челябинск, 2005.

10. *РД 52.24.622-2001.* Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков (утв. Росгидрометом). М.: 2002.

11. *Промышленная теплоэнергетика и теплотехника*: справочник /Теплоэнергетика и теплотехника; кн. 4) под общей ред. Клименко А. В. и В. М. Зорина М.: Изд-во МЭИ, 2004. 632 с.

12. *Рекомендации по расчету систем сбора, отведения и очистки поверхностного стока с селитебных территорий, площадок предприятий и определению условий выпуска их в водные объекты*. М: ОАО «НИИ ВОДГЕО», 2014. 88 с.

13. *Федеральный закон от 07.12.2011 г.* № 416-ФЗ (ред. от 13.07.2015) «О водоснабжении и водоотведении». М.: 2011.

14. *РД 52.24.643-2002.* Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям, Ростов-на- Дону, 2002.

15. *Приказ Федерального Агентства по рыболовству № 20* «Нормативы качества воды водных объектов рыбохозяйственного значения, в том числе нормативы предельно допустимых концентраций вредных веществ в водах водных объектов рыбохозяйственного значения» от 18 января 2010 г.

16. *Приказ МПР* РФ от 12 декабря 2007 г. № 328 «Об утверждении Методических указаний по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты» (зарегистрирован Министерством юстиции Российской Федерации 23.01.2008 г., регистрационный № 10974).

17. *Материалы сайта* «Майкрософт» https://support.office.com/ru-ru/.

18. Воробьев О. Г. Инженерная защита окружающей среды в примерах и задачах учеб.пособие для вузов / О. Г. Воробьев - СПб.: Лань, -2002. -288 с.

Приложение 1

№ п/п	Показатели	Категории водопользования	
		Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
1	Взвешенные вещества*	При сбросе сточных вод, производстве работ на водном объекте и в прибрежной зоне содержание взвешенных веществ в контрольном створе (пункте) не должно увеличиваться по сравнению с естественными условиями более чем на	
		0,25 мг/дм^3	0,75 мг/дм^3
2	Плавающие примеси	На поверхности воды не должны обнаруживаться пленки нефтепродуктов, масел, жиров и скопление других примесей	
3	Окраска	Не должна обнаруживаться в столбике	
		20 см	10 см
4	Запахи	Вода не должна приобретать запахи интенсивностью более 2 баллов, обнаруживаемые:	
		непосредственно или при последующем хлорировании или других способах обработки	непосредственно
5	Температура	Летняя температура воды в результате сброса сточных вод не должна повышаться более чем на 3 °С по сравнению со среднемесячной температурой воды самого жаркого месяца года за последние 10 лет	
6	Водородный показатель (pH)	Не должен выходить за пределы 6,5–8,5	
7	Минерализация воды	Не более 1000 мг/дм^3 , в т. ч.: хлоридов – 350; сульфатов – 500 мг/дм^3	
8	Растворенный кислород	Не должен быть менее 4 мг/дм^3 в любой период года, в пробе, отобранной до 12 часов дня.	
9	Биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$)	Не должно превышать при температуре 20 °С	
		2 мг O_2/дм^3	4 мг O_2/дм^3

Продолжение табл. Прил. 1

№ п/п	Показатели	Категории водопользования	
		Для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения, а также для водоснабжения пищевых предприятий	Для рекреационного водопользования, а также в черте населенных мест
10	Химическое потребление кислорода (бихроматная окисляемость), ХПК	Не должно превышать:	
		15 мг O_2/дм^3	30 мг O_2/дм^3
11	Химические вещества	Не должны содержаться в воде водных объектов в концентрациях, превышающих ПДК или ОДУ	
12	Возбудители кишечных инфекций	Вода не должна содержать возбудителей кишечных инфекций	

Приложение 2

ПДК некоторых нормированных веществ в воде водных объектов питьевого, хозяйственно-бытового и рекреационного водопользования (извлечения из [3, 5, 6])

Показатель качества воды (наименование вещества)	ПДК, мг/л, при водопользовании		ЛПВ	Класс опасности
	питьевом и хозяйственно-бытовом	Рекреационном		
1. Взвешенные вещества	+0,25	+0,75	(Приращение к естественному содержнию)	
2. Растворенный кислород	Не менее 4		(в любой период года)	
3. БПК полн. мгO_2/л	3	6	(Не должно превышать при 20 °С)	
4. ХПК мгO_2/л	15	30	(Не должно превшать)	
5. Минерализация,	1000	*		
в т. ч. хлориды (по Cl)	350	*		
сульфаты (по SO_4)	500	*		
6. Алкилбензосульфонат натрия	0,4		орг.	3
7. Алкилсульфаты (группа СПАВ)	0,5		орг.	4
8. Алкилсульфонаты (группа СПАВ)	0,5		орг.	4
9. Алюминий	0,5		с.-т.	2
10. Аммиак (по азоту)	2,0		с.-т.	3
11. Барий	0,1		с.-т.	2
12. Бор	0,5		с.-т.	2
13. Бенз(а)пирен	0,000005		с.-т.	1
14.Бензин	0,1		орг.	3
15. Бензол	0,5		с.-т.	2
16. Бутанол-2	0,2		с.-т.	2
17.ДДТ	0,1		с.-т.	2
18. Диэтиламин	2,0		с.-т.	3
19. Диэтаноламин	0,8		с.-т.	4
20. Диэтиленгликоль	1,0		с.-т.	3
21. Железо (включая хлорное железо) по Fe	0,3**		орг.	3
22. Кадмий	0,001		Продолжение табл. прил. 2	
23. Кобальт	0,1		с.-т.	2
24. Керосин техн.	0,01		орг.	4
25. Литий	0,03**		с.-т.	2
26. Марганец	0,1		орг.	3
27. Медь	1,0		орг.	3
28. Метанол	3,0		с.-т.	2
29. Метилдиэтаноламин	1,0		с.-т.	2
30. Мочевина	***		общ.	4
31. Мышьяк	0,05		с.-т.	2

Показатель качества воды (наименование вещества)	ПДК, мг/л, при водопользовании		ЛПВ	Класс опасности
	питьевом и хозяйственно-бытовом	Рекреационном		
32. Натрий	200,0		с.-т.	2
33. Нефть многосернистая	0,1		орг.	4
34. Нефть прочая	0,3		орг.	4
35. Никель	0,1		с.-т.	3
36. Нитраты (по NO3)	45,0		с.-т.	3
37. Нитриты (по NO2)	3,3		с.-т.	2
38. Пентанол-1	1,5		с.-т.	3
39. Пиридин	0,2		с.-т.	2
40. Пропанол-2	0,25		орг.	4
41. Ртуть	0,0005**		с.-т.	1
42. Свинец	0,01		с.-т.	2
43. Селен	0,01		с.-т.	2
44. Стирол, винилбензол	0,1		орг.	3
45. Стронций (стабильный)	7,0		с.-т.	2
46. Сульфаты (по SO_4)	500		орг.	4
47. Тетраэтилсвинец	Отсутствие		с.-т.	1
48. Триэтаноламин	1,0		орг.	4
49. Фенол	0,001****0,1		орг.	4
50. Формальдегид	0,05		с.-т.	2
51. Хлориды (noCl)	350,0		орг.	4
52. Хром (Cr^{6+})	0,05		с.-т.	3
53. Цианид-ион	0,035		с.-т.	2
54. Цинк	1,0		общ.	3
55. Этилбензол	0,01		орг.	с.-т.

Примечание. Лимитирующий показатель вредности: с.-т. – санитарно-токсикологический; общ. – общесанитарный; орг. – органолептический.

*– Нормируется при отсутствии в воде привкусов интенсивностью более 1 балла.
**– Для неорганических сое-динений, в т.ч. переходных элементов,с учетом вало-вого содержания всех форм
***– В пределах, допустимых расчетом на содержание органических веществ в воде и по показателям БПК и растворенного кислорода
****– Указано для суммы летучих фенолов, придающих воде хлорфенольный запах при хлорировании

ПДК некоторых нормированных веществ в воде водных объектов рыбохозяйственного водопользования (извлечения из [3, 8, ГОСТ 17.1.2.04])

Показатель качества воды (наименование вещества)	ПДК, мг/л, при водопользовании		ЛПВ	Класс опасности
	высшая и первая категории	вторая категория		
1. Взвешенные вещества	+0,25	+0,75	(Приращение к естественному содержанию)	
2. Растворенный кислород:				
летом	6	6		
зимой	6	4		
3. БПК полн.	3	3		
4. ХПК	Не нормирован			
5. Минерализация,	1000			
в т. ч. хлориды (по Cl)	300			
сульфаты (по SO_4)	100			
6. Алкилбензосульфонат натрия	0,03		с.-т.	3
7. Алкилсульфат первичный (группа СПАВ)	0,2		с.-т.	4
8. Алкилсульфонат натрия	0,5		токс.	4
9. Алкилсульфонат натрия на керосиновой основе	0,5		токс.	4
10. Алкилсульфонат натрия на синтине	1,0		токс.	4
11. Алюминия сульфат,	0,5*		токс.	4
алюминий сернокислый	0,04**			
12. Аммоний-ион	0,5		токс.	4
13.Барий	0,74		орг.	4
14. Бензол	0,5		токс.	4
15. Бор	0,5		токс.	4
16. Бутиловый спирт	0,03			
17.Гексан	0,5			
18.ДДТ	Отсутствие (0,00001)		токс.	1
19. Диэтаноламин	0,01		токс.	3
20. Диэтиленгликоль	0,05		токс.	-
21. Диэтиловый эфир	1,0		токс.	4
22. Железо	0,1		токс.	4
23. Кадмий	0,005		токс.	2
24. Кальций	180		с.-т.	4э
25. Кобальт	0,01		токс.	3

Продолжение табл. прил. 3

Показатель качества воды (наименование вещества)	ПДК, мг/л, при водопользовании		ЛПВ	Класс опасности
	высшая и первая категории	вторая категория		
26. Литий	0,008		токс.	4
27. Магний	40,0		с.-т.	4
28. Марганец Mn^{+}	0,01		токс.	4
29. Масло соляровое (смесь углеводородов)	0,01		токс.	3
30. Медь	0,001		токс.	3
31. Метанол (метиловый спирт)	0,1		с.-т.	4
32. 2-Метилпропанол-1	2,4		токс.	4
33. Метилформиат	0,1		токс.	4
34. Моноэтаноламин	0,01		с.-т.	4
35. Мочевина	80,0		с.-т.	4
36. Натрий	120		с.-т.	4э
37. Нефть и нефтепродукты в растворенном и эмульгированном состоянии	0,05		рыб. хоз.	3
38. Никель	0,01***		токе.	3
39. Нитрат-анион	40,0		с.-т.	
40. Нитрит-анион	0,08		токс.	
41. Пиридин	0,01		токс.	3
42. Пропанол-2	0,01		токс.	3
43. Ртуть	Отсутствие (0,00001)		токс.	1
44. Свинец	0,006		токс.	2
45. Селен	0,002***		токс.	2
46. Стирол	0,1		орг.	3
47. Стронций	0,4***		токс.	3
48. Сульфат-анион (по SO_4)	100		токс.	4
49. Фенол	0,001		хоз.	

Окончание табл. прил. 3

50. Фосфаты Na, Ca, K	0,05-олиготроф. Водоемы 0,15-мезотроф. 0,2-евтрофные	сан.	4э
51. Фторид-анион F^{-}	0,05****	токс.	3
52. Хлорид-анион СГ	300,0	с.-т.	4э
53. Хлор свободный растворимый	отсутствие (0,00001)	токс.	1
54. Хром (Cr^{6+})	0,02	токс.	3
55. Цианид-ион	0,05	токс.	3
56. Цинк	0,01***	токс.	3

Показатель качества воды (наименование вещества)	ПДК, мг/л, при водопользовании		ЛПВ	Класс опасности
	высшая и первая категории	вторая категория		
57. Этилбензол	0,001		токс.	3
58. Этиленгликоль	0,25		с.-т.	4

Примечание. Лимитирующий показатель вредности:

токс. – токсикологические;

с.-т. – санитарно-токсикологические;

сан. – санитарные;

орг. – органолептические;

рыб. хоз. – рыбохозяйственные.

* По веществу.

** В пересчете на Al^{3+}.

*** Все растворимые в воде формы.

**** В дополнение к фоновому содержанию фторидов, но не выше их суммарного содержания 0,75 мг/л.

Приложение 4

Коэффициенты неконсервативности (скорости разрушения) некоторых веществ для основания натурального логарифма в формуле (14)

Наименование вещества	*k*, *l*/сут, при температуре воды, °С					
	> 15		10 – 15		< 10	
	водоем	водоток	водоем	водоток	водоем	водоток
Аммиак, ион аммония*	0,5	2,7	0,3	1,8	0,2	0,9
Бензин	0,8	2,4	0,05	0,15	0,02	0,06
Медь**	0,6	1,8	0,4	1,2	0,2	0,6
Нефтепродукты	0,04	0,3	0,03	0,2	0,007	0,02
Никель	0,1	0,3	0,07	0,2	0,03	0,1
СПАВ	0,15	0,9	0,1	0,6	0,05	0,3
Фенолы	0,1	0,6	0,08	0,4	0,04	0,2
Формальдегид	1,0	3,0	0,7	2,1	0,2	0,6
Хром**	0,1	0,3	0,07	0,2	0,03	0,1
Цинк**	0,2	0,6	0,1	0,3	0,03	0,1
Примечние:						
* По азоту ** В неорганических соединениях.						

Приложение 5

Коэффициенты шероховатости ($n_ш$) для открытых русел водотоков (по М. Ф. Срибному)

Характер ложа	$n_ш$
Реки в весьма благоприятных условиях (чистое прямое ложе со свободным течением, без обвалов и глубоких промоин)	0,025
Реки в благоприятных условиях течения	0,030
Реки в сравнительно благоприятных условиях, но с некоторым количеством камней и водорослей	0,035
Реки, имеющие сравнительно чистые русла, извилистые, с некоторыми неправильностями в направлении струй, или же прямые, но с неправильностями в рельефе дна (отмели, промоины, местами камни), некоторое увеличение количества водорослей	0,040
Русла (больших и средних рек) значительно засоренные, извилистые и частично заросшие, каменистые, с неспокойным течением. Поймы больших и средних рек, сравнительно разработанные, покрытые нормальным количеством растительности (травы, кустарник)	0,050
Порожистые участки равнинных рек. Галечно-валунные русла горного типа с неправильной поверхностью водного зеркала. Сравнительно заросшие, неровные, плохо разработанные поймы рек (промоины, кустарники, деревья, с наличием заводей)	0,067
Реки и поймы весьма заросшие (со слабым течением) с большими глубокими промоинами. Валунные, горного типа, русла с бурливым пенистым течением, с изрытой поверхностью водного зеркала (с летящими вверх брызгами воды)	0,080
Поймы такие же, как в предыдущей категории, но с сильно неправильным течением, заводями и пр. Горно-водопадного типа русла с крупновалунным строением ложа, перепады ярко выражены, пенистость настолько сильна, что вода, потеряв прозрачность, имеет белый цвет, шум потока доминирует над всеми остальными звуками. Делает разговор затруднительным	0,100

Значение функции *erf* (*x*)

x	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0,0	0000	01128	02256	03384	04511	05637	06762	07886	09008	10126
0,1	11246	12362	13476	14587	15695	16800	17901	18999	20094	21184
0,2	22270	23352	24430	25502	26570	27633	28690	29742	30788	31820
0,3	32863	33891	34913	35928	36936	37938	38933	39921	40901	41874
0,4	42839	43797	44747	45689	45622	47548	49466	49374	50275	51167
0,5	52050	52924	53790	54645	55494	56332	57162	57982	58792	59594
0,6	60336	61168	61941	62705	63459	64203	64938	65663	66378	67064
0,7	67780	68457	69143	69810	70468	71116	71754	72382	73001	73610
0,8	74210	74800	75381	75952	76314	77067	77610	78144	78669	79184
0,9	79691	80188	80677	81156	81627	82089	82542	82987	83423	83851
1,0	84270	84681	85084	85665	85865	86244	86514	86977	87333	87680
1,1	88020	83352	88679	88997	89308	89612	89910	90200	90484	90761
1,2	91031	91296	91553	91805	92050	92290	92524	92751	92973	93190
1,3	93401	93506	93806	94002	94191	94376	94556	94731	95902	95067
1,4	95228	95385	95538	95686	95930	95970	96106	96237	96369	96490
1,5	96610	96728	96841	96951	97059	97162	97263	97360	97455	97546
1,6	97635	97721	97804	97884	97962	98038	98110	98181	98249	98315
1,7	98379	98441	98500	98558	98614	98667	98719	98769	98817	98864
1,8	98909	98952	98994	99035	99074	99111	99147	99182	99216	99248
1,9	99279	99309	99338	99366	99382	99418	99443	99466	99489	99511
2,0	99532	99552	99572	99591	99609	99625	99642	99658	99673	99688
2,1	99702	99716	99728	99741	99725	99764	99775	99785	99795	99805
2,2	99814	99822	99831	99839	99846	99864	99861	99867	99874	99880
2,3	99886	99891	99897	99902	99906	99911	99916	99920	99924	99928
2,4	99931	99935	99938	99941	99944	99947	99950	99952	99955	99957
2,5	99959	99961	99963	99965	99967	99969	99971	99972	99974	99975
2,6	99976	99978	99979	99980	99981	99982	99983	99984	99985	99986
2,7	99987	99987	99988	99989	99989	99990	99991	99991	99992	99992
2,8	99992	99993	99993	99994	99994	99994	99995	99995	99995	99996
2,9	99996	99996	99996	99997	99997	99997	99997	99997	99998	99998
3,0	99998	99998	99998	99998	99998	99998	99998	99999	99999	99999

Инструкция по расчету *erf* (*X*) в программе *Excel*:

1. Рассчитать $\frac{b\sqrt{V_{cp}}}{2\sqrt{D_y X}}$.ср и у без курсива

2. Рассчитать $\frac{(B-b)\sqrt{V_{cp}}}{2\sqrt{D_y X}}$. ср и у без курсива

3. Запустить *Excel*.

4. Ввести в ячейку в таблице *Excel* следующую формулу:

= ФОШ (Значение из п.1 инструкции).

5. Ввести в другую клеточку в таблице Excel следующую формулу:

= ФОШ (Значение из п.2 инструкции).

Более подробно о работе с функцией ФОШ можно посмотреть в [16].

Кинематическая вязкость воды при её различной температуре

Температура, ^{o}C	Кинематическая вязкость, $(м^2/с) \times 10^{-6}$
0	1,787
5	1,519
10	1,307
20	1,004
30	0,801
40	0,658
50	0,658
60	0,475
70	0,413
80	0,365
90	0,326
100	0,294

Инструкция по определению поля распространения концентрации загрязняющего вещества в реке с использованием программы Microsoft Excel

1. В ячейки А1–А6 внесите значение концентрации загрязняющего вещества и продублируем его в клетку А0.

2. Найдем среднее арифметическое для ячеек А0 и А2, А1 и А3 и т. п. (для этого использовать следующую формулу «=(А0+А2)/2» (без кавычек).

3. С помощью функции «Автозаполнение», выделив весь столбец А пересчитаем остальные значения в таблице для столбцов *B, C* и т.п.:



Выделите ячейки с введенными значениями. Установите указатель мыши на черный квадратик в правом нижнем углу рамки так, чтобы указатель мыши принял вид черного крестика. Нажмите левую кнопку мыши и, не отпуская ее, перетащите указатель мыши по всем ячейкам, которые вы хотите автоматически заполнить, после чего отпустите кнопку мыши [17].

Пример заполнения.

…	*A*	*B*	*C*	*D*	*E*	…
8	0	0	0	0	…	…
7	0	0	30	15	…	…
6	120	60	60	60	…	…
5	120	120	90	90	…	…
4	120	120	120	105	…	…
3	120	120	120	120	…	…
2	120	120	120	120	…	…
1	120	120	120	120	…	…
0	120	120	120	120	…	…

4. После перерасчета столбцов *B, C* и т. п. поправляем строку 0, продублировав в нее значения из строки 1 поочередно слева направо (сначала для столбца *B*, потом для С и т. д.).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ОХРНА АТМОСФЕРЫ И ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

Направление подготовки

20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)

Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Цейтлин Е.М. доцент, к.г.-м.н.;
Медведева И.В. профессор, д.ф.-м.н

Одобрен на заседании кафедры

Инженерной экологии
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Студенок Г.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2024
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией

Инженерно-экономического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Охрана атмосферы и водных ресурсов» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить контрольную работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Охрана атмосферы и водных ресурсов» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Охрана атмосферы и водных ресурсов» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя контрольную работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, контрольной работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- подготовка к тестам;
- подготовка и написание курсового проекта*;
- работа с порталом электронных образовательных ресурсов;
- работа с литературой и интернет-ресурсами;
- тестирование.

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Работа с порталом электронных образовательных ресурсов предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов, размещенных на портале.

Работа с литературой и интернет-ресурсами дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Подготовка и написание курсового проекта – приведена в другом методическом пособии*.

Конкретные виды заданий по дисциплине «Охрана атмосферы и водных ресурсов» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Тема 1. Источники и виды воздействия на атмосферный воздух.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение методиками расчета качества атмосферного воздуха.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 1 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебное пособие. Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата, 130400 – «Горное дело», а также для проходящего повышение квалификации инженерно-технического персонала предприятий. (учебное издание), под ред. Хохрякова А.В., Студенка А.Г.// А.В. Хохряков А.Г. Студенок И.В. Медведева и др./ Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 296 с.

– прочитать раздел 2.1 и 2.2 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебное пособие. Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата, 130400 – «Горное дело», а также для проходящего повышение квалификации инженерно-технического персонала предприятий. (учебное издание), под ред. Хохрякова А.В., Студенка А.Г.// А.В. Хохряков А.Г. Студенок И.В. Медведева и др./ Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 296 с.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое экология?
2. Как разделена экология в качестве системы наук?
3. Что изучает общая экология, математическая экология, экология человека и инженерная экология?
4. Из каких геосфер состоит земная кора?
5. Что такое биологический и геохимический круговорот?
6. Какие сферы входят в состав атмосферы?
7. Что входит в химический состав атмосферы?
8. Как понимается биосфера и что она охватывает?
9. Что понимается под антропогенным воздействием?
10. Как промышленное производство воздействует на окружающую среду?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько ответов или только один.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, где требуется запишите ответ словами.

Тема №1. Источники и виды воздействия на атмосферный воздух.

1. Природными объектами являются:
А) **природные ландшафты**
Б) парки
В) сады
Г) заповедники
2. Антропогенными источниками загрязнения являются:
А) **сжигание ископаемого топлива на предприятии**
Б) космическая пыль
В) извержение вулкана
Г) **эксплуатация реакторов**
Д) дым от лесных и степных пожаров
3. Основной компонент из которого состоит атмосферный воздух:
А) Аргон (Ar)
Б) **Азот (N_2)**
В) Углекислый газ (CO_2)
Г) Гелий (He)
4. Назовите продукты полного сгорания:
А) **диоксид углерода**
Б) оксиды углерода
В) углеводороды
Г) **пары воды**

5. Какие источники загрязнения атмосферы можно отнести к естественным?
6. Дополните предложение: Предельно допустимая концентрация это…
7. Выбрать мероприятия, проводимые при организации санитарной охраны воздуха населенных мест от загрязнения.
8. Назовите причины появления «озоновых дыр»…
9. **Укажите основной источник загрязнения атмосферы диоксидом серы.**
10. Какие формулы для определения эффективности (степени) очистки от загрязняющих веществ являются верными?
А) $\eta = \frac{V_н \cdot C_н - V_к \cdot C_к}{V_н \cdot C_н} \cdot 100$

Б) $\eta = \frac{C_н - C_к}{C_н} \cdot 100$

В) $\eta = \frac{V_н \cdot C_к}{V_н \cdot C_н} \cdot 100$

Г) $\eta = 1 - (1 - \eta_1) \cdot (1 - \eta_2) \cdot \ldots \cdot (1 - \eta_n)$

Д) $= \frac{V_н \cdot C_н - V_к \cdot C_к}{V_н} \cdot 100$

Тема 2. Законодательные и нормативные акты в области охраны атмосферного воздуха.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками применения нормативно-правовых актов на практике.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 3 пункты 3.1 и 3.2 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебное пособие. Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата, 130400 – «Горное дело», а также для проходящего повышение квалификации инженерно-технического персонала предприятий. (учебное издание), под ред. Хохрякова А.В., Студенка А.Г.// А.В. Хохряков А.Г. Студенок И.В. Медведева и др./ Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 296 с.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие законодательные акты в области охраны атмосферного воздуха вы знаете?
2. Какие существуют нормативные акты в области охраны атмосферного воздуха?
3. Какие основные законы и нормативные документы вы знаете?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько ответов или только один.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, где требуется запишите ответ словами.

Тема 2. Законодательные и нормативные акты в области охраны атмосферного воздуха.

1. Основной документ, определяющий стратегию санэпидслужбы в области охраны атмосферного воздуха.
2. Временно согласованный выброс (ВСВ) – это…
3. В целях определения критериев безопасности и (или) безвредности воздействия химических, физических и биологических факторов на людей, растения, животных и т.д., а также в целях оценки состояния атмосферного воздуха устанавливаются:
а) Гигиенические нормативы качества атмосферного воздуха;
б) Экологические нормативы качества атмосферного воздуха
в) Предельно допустимые уровни физических воздействий
г) Временно согласованные сбросы
д) Качественные показатели сбросов
4. В Российской Федерации в систему нормативов, как важнейшего инструмента охраны атмосферного воздуха, включены предельно допустимые(ая):
а) выбросы
б) вредные физические воздействия на атмосферный воздух
в) концентрация токсических веществ
г) правильного ответа нет
д) правильные только варианты а, б
5. Какие механизмы из предложенных вариантов присутствуют в реализации государственного управления в области охраны атмосферного воздуха ФЗ «Об охране атмосферного воздуха»:
а) обязательное выполнение мероприятий по защите населения при изменении состояния атмосферного воздуха, угрожающего жизни и здоровью людей
б) получение разрешения на сбросы веществ и микроорганизмов
в) получение разрешений на выброс вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух и разрешений на вредное физическое воздействие на атмосферный воздух.
6.Дайте определение: Предельно допустимый выброс – это…
7. Технический норматив выброса это…
8. Формой государственного учета источников выбросов загрязняющих веществ, количества и состава выбросов загрязняющих веществ является ежегодная отчетность предприятия под названием…
9.Организация наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы в городах и населенных пунктах осуществляется в соответствии с…
10. При получении прогнозов НМУ юридические лица, имеющие источники выбросов вредных (загрязняющих) веществ в атмосферный воздух, обязаны:
а) приостановить деятельность;
б) платить согласно временно согласованным выбросам
в) проводить мероприятия по уменьшению выбросов вредных (загрязняющих) веществ

Тема 3. Нормирование воздействия промышленных предприятий на атмосферный воздух.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками учета специфики негативного воздействия предприятий.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 4 пункты 4.1 и 4.2 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебное пособие. Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата, 130400 – «Горное дело», а также для проходящего повышение квалификации инженерно-технического персонала предприятий. (учебное издание), под ред. Хохрякова А.В., Студенка А.Г.// А.В. Хохряков А.Г. Студенок И.В. Медведева и др./ Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 296 с.

- прочитать 6 главу учебного пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое предельно-допустимая концентрация?
2. Как расшифровывается ОБУВ? Для чего он нужен?
3. В чём отличие между предельно допустимыми и временно согласованными выбросами?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько ответов или только один.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, где требуется запишите ответ словами.

Тема 3. Нормирование воздействия промышленных предприятий на атмосферный воздух

1. $ПДК_{м.р}$- это…

2. Ориентировочно-безопасный уровень воздействия – это…

3. Закончите предложение: проект нормативов предельно допустимых выбросов (проект ПДВ) согласовывается территориальным органом Росприроднадзора соответствующего субъекта РФ после…

4. В целях государственного регулирования выбросов вредных веществ в атмосферный воздух устанавливаются…

5. Распространение атмосферных загрязнений от стационарного источника выброса зависит от:

а)Качественной характеристики выбрасываемых ингредиентов
б)Условий выбросов
в)Метеорологических условий
г)Мощности выброса режима работы предприятия

6. Основным документом, регламентирующим расчеты рассеивания загрязнений в приземном слое атмосферы, является…

7. Автомагистраль является…

а) площадным источником загрязнения;
б) неорганизованным источником загрязнения;
в) точечным источником загрязнения;
г) линейным источником загрязнения

8. Источники загрязнения территорий городских застроек классифицированы по следующим признакам (выбрать верные):

а) По степени подвижности
б) по организации выбросов загрязняющих веществ
в) по территории
г) по мощности выброса
д) по ширине выброса
з) по геометрическим параметрам

9. Соотнести согласно классификации источников загрязнения:

1.	По происхождению	А.	Залповые
2.	По температуре выходящей смеси	Б.	Стационарные
3.	По режиму действия	В.	Природные, антропогенные
4.	По степени подвижности	Г.	Нагретые, холодные

10. К важнейшим экологическим последствиям глобального загрязнения атмосферы относятся:

а) нарушение озонового слоя;
б) радиоактивное излучение
в) возможное потепление климата (“парниковый эффект”)
г) выпадение кислотных дождей;
д) нарушение режима обмена веществ у растений

Тема 4. Рассеивание и трансформация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками расчета границ СЗЗ.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 4 пункты 4.1 и 4.2 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебное пособие. Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата, 130400 – «Горное дело», а также для проходящего повышение квалификации инженерно-технического персонала предприятий. (учебное издание), под ред. Хохрякова А.В., Студенка А.Г.// А.В. Хохряков А.Г. Студенок И.В. Медведева и др./ Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 296 с.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое проект допустимых выбросов?
2. Какую роль играют климатические факторы в загрязнении атмосферы?
3. Какие факторы влияют на рассеивание загрязняющих веществ?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько ответов или только один.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, где требуется запишите ответ словами.

Тема 4. Рассеивание и трансформация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

1. При одинаковых параметрах выброса в приземном слое атмосферы могут возникать разные по величине концентрации загрязняющих веществ. Их величины будут зависеть от:
а) температурной стратификации атмосферы;
б) направления и силы ветра;
в) давления, осадков, влажности
г) мероприятий по снижению вероятности аварийного выброса
2. Закончите предложение: один из климатических факторов, определяющих неблагоприятные метеорологические условия (НМУ)…
3. Градиент температур - это…
4. Неблагоприятные метеорологические условия (НМУ) это…
5. Если высота источника увеличивается, то максимальная концентрация и расстояние от источника на котором она достигается:
а) Если Н ↑, ***то*** C_m ↓, ***а*** X_m ↑
б) Если Н ↑, ***то*** C_m ↑, ***а*** X_m ↑
в) Если Н ↑, ***то*** C_m ↓, ***а*** X_m ↓
6. Какой формы выбросов загрязняющих веществ в виде струи из организованного источника не существует:
а) волнообразная
б) конусообразная
в) веерообразная (приподнятая и задымляющая)
г) линейная
8. Расход газовоздушной смеси, м^3/с, определяется по формуле:
а) $V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{4} \cdot \omega_1$
б) $V_1 = \frac{\pi + D^2}{4} \cdot \omega_1$
в) $V_1 = \frac{\pi \cdot D^2}{3.14} \cdot \omega_1$
9. Предельно допустимый выброс (пдв) (г/с, т/год) – это…
10. Фоновая концентрация ($c_ф$)- это:
а) концентрация загрязняющего атмосферу вещества, создаваемая всеми источниками, исключая рассматриваемые.
б) это верхний предел устойчивости организма, при превышении которого концентрация того или иного вещества (как экологический фактор) становится лимитирующим.
в) концентрация, значение которой равно или меньше 10ПДК

Тема 5. Проектная документация по вопросам охраны атмосферы.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 4 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебное пособие. Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата, 130400 – «Горное дело», а также для проходящего повышение квалификации инженерно-технического персонала предприятий. (учебное издание), под ред. Хохрякова А.В., Студенка А.Г.// А.В. Хохряков А.Г. Студенок И.В. Медведева и др./ Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 296 с.

- прочитать раздел 1.14 учебного пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое инвентаризация источников выбросов?
2. Как составляется проект нормативов предельно допустимых выбросов?
3. Какие планы программы и мероприятия существуют по защите атмосферного воздуха?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько ответов или только один.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, где требуется запишите ответ словами.

Тема 5. Проектная документация по вопросам охраны атмосферы.

1. Дайте определение: инвентаризация источников выбросов – это…
2. Какие параметры не определяются при инвентаризации:
а) среднесписочное количество персонала;
б) мощность (интенсивность) выброса (г/с, т/год);
в) расположение источников на площадке, фиксируемое на карте-схеме (ситуационном плане) в заданной системе координат;
г) расход и температура газовоздушной смеси в устье источника
3. Источниками выделения загрязняющих веществ не являются:
а) площадка для перевалки продукции;
б) свалка промышленных и бытовых отходов
в) топливные цистерны
г) аэрационный фонарь
д) нет правильного варианта ответа
4. Какой номер присваивается неорганизованному источнику загрязнения атмосферы?
5. Проект нормативов предельно допустимого выброса (проект ПДВ)- это…
6. Пересмотр предельно допустимых выбросов вредных веществ проводится раньше если:
а) произошла смена руководства
б) произошла смена производственной программы предприятия и применяемых на нём технологий
в) произошло изменение количества источников выбросов — появление новых или устранение существующих
г) был увеличен срок действия утвержденных нормативов до 7 лет
7. Если предельно допустимая концентрация не выполняется (происходит превышение ПДК хоть для одного вещества) на границе санитарной защитной зоны или на границе селитебной зоны (жилья, парков), то может ли организация получить разрешение на временно согласованные выбросы?
а) Да, при наличии плана уменьшения выбросов вредных (загрязняющих) веществ с ежегодным отчетом по выполнению этого плана, предложения по возможным срокам поэтапного достижения ПДВ, на срок 1 год
б) Да, при наличии плана уменьшения выбросов вредных (загрязняющих) веществ с ежегодным отчетом по выполнению этого плана, предложения по возможным срокам поэтапного достижения ПДВ, на срок 3 года
в) Нет
9. Дать определение: Санитарно-защитная зона (СЗЗ) – это…
10. Перечислите размеры СЗЗ в зависимости от класса опасности.

Тема 6. Физические воздействия предприятия на окружающую среду.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 9 главу учебного пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Что такое физическое воздействие предприятия на окружающую среду?
2. По какому принципу работает звукоизоляция?
3. Чем отличаются архитектурно-планировочные мероприятия от специальных полос зеленых насаждений?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько ответов или только один.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, где требуется запишите ответ словами.

Тема 6. Физические воздействия предприятия на окружающую среду.

1. ШУМ – это…
2. Частота звуковых колебаний измеряется в…
3. Распределить согласно классификации шумов:

1.	По спектру шума	А	широкополосные с непрерывным спектром шириной более одной октавы
2.	В зависимости от изменения шума во времени	Б	тональные с дискретными составляющими, уровень которых по сравнению с составляющими в других полосах частот выше не менее чем на 10 дБ.
		В	ИМПУЛЬСНЫЕ, СОСТОЯЩИЕ ИЗ ОДНОГО ИЛИ НЕСКОЛЬКИХ СИГНАЛОВ, КАЖДЫЙ ДЛИТЕЛЬНОСТЬЮ МЕНЕЕ 1 СЕК, ПРИ ЭТОМ УРОВНИ ЗВУКА В ДБА, ОТЛИЧАЮТСЯ НЕ МЕНЕЕ ЧЕМ НА 10 ДБ.

4. К основным методам снижения шума, применяемым в промышленности, относятся…
5. Коэффициент звукопроницаемости:
а) $\tau = p^2_{пр} / p^2_{п}$,
б) $\tau = p^2_{пр} + p^2_{п}$,
в) $\tau = p^2_{пр} / p_{п}$,
г) $\tau = p^2_{пр} * p^2_{п}$
6. Коэффициент звукопоглощения – это…
7. Назовите два мероприятия по защите от шума за пределами рабочей зоны предприятия и транспортных магистралей.
8. Уровень шума за полосой зеленых насаждений может быть рассчитан из соотношения:
а) $L_a = \frac{r \cdot L_{а,экв}}{К_{дв} \cdot К_к \cdot b_{расч} \cdot L_{а,экв}}$

б) $L_a = \frac{r \cdot L_{а,экв}}{К_{дв} + К_к - b_{расч} \cdot L_{а,экв} \cdot (r - 7.5) + 7.5}$

в) $L_a = \frac{r \cdot L_{а,экв}}{К_{дв} \cdot К_к \cdot b_{расч} \cdot L_{а,экв} \cdot (r - 7.5) + 7.5}$

г) $L_a = \frac{r \cdot 0,5}{К_{дв} \cdot К_к \cdot b_{расч} + L_{а,экв} \cdot (r - 7.5) + 7.5}$

9. Выбрать неверный(е) вариант(ы). С точки зрения борьбы с шумом в градостроительстве при проектировании городов необходимо четко осуществлять разделение территории на зоны:
а) промышленную
б) рекреационную
в) внешнего транспорта
г) селитебную (жилую)
д) антропогенную
е) коммунально-складскую
10. Снижение шума на пути его распространения возможно следующими способами:
а) изменение направленности источника шума
б) уменьшение реверберирующего звукового поля при помощи звукопоглощающего материала
в) удаление приемника от источника на большие расстояния
г) применение подавляющих сигналов
д) строительство защитного экрана

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ.

1. Атмосфера. Состав атмосферного воздуха
2. Санитарно-защитная зона предприятия. Фоновая концентрация загрязняющих веществ в атмосфере
3. Атмосферное загрязнение, его виды. Источники образования загрязняющих веществ в промышленности
4. Классификация источников загрязнения атмосферы в промышленности
5. Критерии (нормативы) качества атмосферного воздуха
6. Документация по охране атмосферного воздуха на промышленных предприятиях
7. Роль климатических факторов в загрязнении атмосферы. Неблагоприятные метеорологические условия
8. Проектная документация по вопросам охраны атмосферы. Проект нормативов ПДВ.
9. Проектная документация по вопросам охраны атмосферы. Проект СЗЗ.
10. Проектная документация по вопросам охраны атмосферы. Оценка воздействия на окружающую среду в части защиты атмосферного воздуха.
11. Рассеивание загрязняющих веществ в атмосфере
12. Последствия загрязнения атмосферного воздуха.
13. Инвентаризация источников пыле- и газовыделений при ведении горных работ.
14. Законодательные и нормативные акты в области охраны атмосферного воздуха
15. Предельно допустимые и временно согласованные выбросы загрязняющих веществ промышленных предприятий
16. Шумовое загрязнение окружающей среды

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Выполнение и защита курсового проекта оценивается по четырёхбалльной шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Оценка *«отлично»* - курсовой проект полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка «*хорошо*» - курсовой проект в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«удовлетворительно*» - курсовой проект частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«неудовлетворительно*» курсовой проект не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки

20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)

Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Медведева И.В., профессор, к.ф.-м.н., Студенок А.Г., доцент, к.т.н., Коновалов И.В..

Одобрен на заседании кафедры

Инженерной экологии
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Студенок Г.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2024
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией

Инженерно-экономического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Общие методические указания по выполнению контрольных работ 3
1.Требования к выполнению контрольных работ. 4
1.1. Расчетно-графическая работа....4
1.2. Реферат. 4
2. Структура расчетно-графических работ. 5
3. Варианты заданий. 6
Процессы и аппараты защиты *атмосферного воздуха* (6 семестр)....6
Процессы и аппараты защиты водных ресурсов (8 семестр). 43
Процессы и аппараты защиты окружающей среды в области обращения с отходами (7 семестр). .47
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 49
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 50

Общие методические указания по выполнению контрольных работ

Самостоятельная работа студента очной, очно-заочной формы обучения предусматривает изучение программного теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, выполнение индивидуальной контрольной работы и подготовку к экзамену/зачёту. Данные методические указания помогут студентам правильно организовать работу по подготовке, написанию и защите контрольной работы по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды».

Для каждого семестра предусмотрен свой вид контрольной работы. Контрольная работа является формой самостоятельной работы студента и включает в себя решение задач по расчету аппаратов, предназначенных для защиты окружающей среды. Контрольная работа представляется на проверку преподавателю в указанные сроки.

После выполнения и защиты лабораторных работ, заданий практических занятий и контрольной работы студент допускается к зачету/экзамену.

Лабораторные работы, проверенные, защищенные студентом и зачтенные преподавателем, предъявляются экзаменатору. При сдаче зачета необходимо показать знания по дисциплине в объеме программы дисциплины, умение проводить необходимые расчеты, давать пояснения по выполненной контрольной работе.

1.Требования к выполнению контрольных работ.

1.1. Расчетно-графическая работа.

К расчетно-графической работе студента предъявляются следующие требования:

1. Номер варианта расчетно-графической работы должен обязательно быть указан на титульном листе.
2. Работа выполняется в тетради (объемом 12 листов) или печатается на листах формата А4. Примерный объем контрольной работы – 10-12 страниц машинописного текста (шрифт Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал – 1,5) Пример титульного листа указан в ПРИЛОЖЕНИИ 1.
3. Перед ответом на вопросы задания необходимо записать полное условие задания расчетно-графической работы.
4. Ответы должны быть четкими, конкретными и полностью соответствовать условиям заданий.
5. В конце каждого ответа следует написать обобщающий вывод и использованную литературу с указанием страниц, содержащих изложенную в ответе информацию.

Уровень выполнения расчетно-графической работы оценивается как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Контрольная работа в случае оценки «неудовлетворительно» возвращается студенту для исправления и доработки. Студенты, успешно выполнившие контрольную работу, допускаются к экзамену.

1.2. Реферат.

Реферат должен включать 3 раздела:

1 - проблемный - практический (анализ, обзор, творческое изложение статей ученых на выбранную тему в научных журналах за два года (текущий и предшествующий),

2 - собственное мнение на выделенную проблему; 3 - список научной литературы по выбранной теме.

Название реферата, с указанием ФИО автора должен обязательно быть указан на титульном листе.

Работа выполняется в тетради (объемом не более 25 листов) или печатается на листах формата А4. Примерный объем не более 25 страниц машинописного текста (шрифт Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал – 1,5). Пример титульного листа указан в ПРИЛОЖЕНИИ 2..

Рефераты, не соответствующие данным требованиям, а также написанные небрежным и непонятным почерком, на проверку не принимаются.
Уровень выполнения контрольной работы оценивается как «зачтено» или «не зачтено». Контрольная работа, получившаяся отметку «не зачтено» возвращается студенту для исправления и доработки. Студенты, успешно выполнившие контрольную работу, допускаются к зачёту.

2. Структура расчетно-графических работ.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо придерживаться следующей структуры:

- титульный лист;
- введение;
- расчетная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей расчетно-графической работы. Образец его оформления приведен в Приложении 1.

Во введении содержатся общие сведения о выполненной работе (0,5-1 с.).

В расчетной части студент должен показать умение применять полученную информацию и формулы, рассчитывать показатели, делать на их основе аргументированные выводы.

Условия задач в расчетной части должны быть приведены полностью. Решение задач следует сопровождать развернутыми расчетами, анализом и выводами.

Задачи, в которых даны только ответы без промежуточных вычислений, считаются нерешенными.

Все расчеты относительных показателей нужно производить с принятой точностью вычислений: коэффициенты - до 0,001, а проценты - до 0,1.

Следует обратить особое внимание на выводы, которые должны обоснованы на получившихся результатах.

В заключении расчетно-графической работы (1 с.) в краткой форме резюмируются результаты работы.

Расчетно-графические работы, не соответствующие данным требованиям, а также написанные небрежным и непонятным почерком, на рецензирование не принимаются.

3. Варианты заданий.

Процессы и аппараты защиты *атмосферного воздуха* (6 семестр)
Лабораторная работа №1. «Расчет эффективности очистки воздуха в пылеосадительной камере»

Исходные данные:

Объемный расход газа (Vг), $м^3/с$ - 12

Длина камеры (L), м - 22

Ширина камеры (B), м - 4,5

Плотность частиц пыли ($\rho_ч$), кг/м3 - 2200

Плотность газа (ρ), кг/м3 - 1,2

Кинематическая вязкость газа (μ), Па/с - 0,0000222

Дисперсный состав пыли, %:

- 100 – 80 мкм - 30
- 80 – 60 мкм - 45
- 60 – 40 мкм - 10
- 40 – 20 мкм - 10
- 20 – 0 мкм - 5

1.Расчет скорости осаждения частиц пыли.

Для каждой фракции частиц рассчитывается значение критерия Архимеда (Ar) по уравнению (1.5). При расчете за диаметр частицы (d) принимается среднее значения диаметра частиц i—ой фракции (d_i).

Для фракции частиц 100 – 80 мкм:

$$d = \frac{100+80}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00009 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00009^3 (2200-1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 38{,}25$$

Для фракции частиц 80 – 60 мкм:

$$d = \frac{80+60}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00007 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00007^3 (2200-1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 17{,}99$$

Для фракции частиц 60 – 40 мкм:

$$d = \frac{60+40}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00005 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00005^3 (2200 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 6{,}56$$

Для фракции частиц 40 – 20 мкм:

$$d = \frac{40 + 20}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00003 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00003^3 (2200 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 1{,}42$$

Для фракции частиц 20 – 0 мкм:

$$d = \frac{20 + 0}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00001 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00001^3 (2200 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 0{,}052$$

Результаты расчета критерия Ar записывают в таблицу 1.1.

Для каждой фракции частиц пыли по вычисленному значению критерия Ar рассчитывают значение критерия Рейнольдса (Re) (уравнения 1.6 – 1.8) и скорости осаждения частиц пыли (v_{oc}) (уравнение 1.4).

Для фракции частиц 100 – 80 мкм:

Ar = 38,25

$Re=0{,}152 \cdot Ar^{0{,}715} = 0{,}152 \cdot 38{,}25^{0{,}715} = 2{,}058$

$$v_{oc} = \frac{Re \cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{2{,}058 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00009 \cdot 1{,}2} = 0{,}423 м / с$$

Для фракции частиц 80 – 60 мкм:

Ar = 17,99

$Re=0{,}056 \cdot Ar = 0{,}056 \cdot 17{,}99 = 1{,}008$

$$v_{oc} = \frac{Re \cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{1{,}008 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00007 \cdot 1{,}2} = 0{,}266 м / с$$

Для фракции частиц 60 – 40 мкм:

Ar = 6,56

$Re=0{,}056 \cdot Ar = 0{,}056 \cdot 6{,}56 = 0{,}367$

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{0{,}367 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00005 \cdot 1{,}2} = 0{,}136 м/с$$

Для фракции частиц 40 – 20 мкм:

Ar = 1,42

Re=0,056·Ar = 0,056·1,42 = 0,08

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{0{,}08 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00003 \cdot 1{,}2} = 0{,}049 м/с$$

Для фракции частиц 20 – 0 мкм:

Ar = 0,052

Re=0,056·Ar = 0,056·0,052 = 0,0029

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{0{,}0029 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00001 \cdot 1{,}2} = 0{,}0054 м/с$$

Результаты расчета критерия Re и скорости осаждения для частиц пыли записывают в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. - Результаты расчета скорости осаждения частиц пыли

Средний диаметр частиц i-ой фракции (d_i), м	Критерий Архимеда (Ar)	Критерий Рейнольдса (Re)	Скорость осаждения частиц пыли, м/с (v_{oc})
0,00009	38,25	2,058	0,423
0,00007	17,99	1,008	0,266
0,00005	6,56	0,367	0,136
0,00003	1,42	0,08	0,049
0,00001	0,052	0,0029	0,0054

2. Расчет эффективности очистки газа от пыли.

Значения фракционной эффективности (ηi) очистки газа для каждой фракции частиц пыли рассчитывается по уравнению (1.3):

$$\eta_i = \frac{v_{oc_i} \cdot L \cdot B}{V_г} \cdot 100,\%,$$

где Vг – объемный расход газа ($м^3/с$);
L – длина камеры, м;
B – ширина камеры, м;
H – высота камеры, м;
v_{oc} – скорость осаждения частицы, м/с.

Если расчетное значение превышает 100%, то фактическое значение фракционной эффективности принимается равное 100%.

Для фракции частиц 100 – 80 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}423 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 349\%$$

Принимаем значение η = 100%

Для фракции частиц 80 – 60 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}266 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 219{,}7\%$$

Принимаем значение η = 100%

Для фракции частиц 60 – 40 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}136 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 112{,}1\%$$

Принимаем значение η = 100%

Для фракции частиц 40 – 20 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}049 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 40{,}36\%$$

Для фракции частиц 20 – 0 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}0054 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 4{,}48\%$$

Результаты расчета записываются в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - Результаты расчета эффективности очистки газа от пыли

Средний диаметр частиц i-ой фракции, м	0,00009	0,00007	0,00005	0,00003	0,00001
Фракционная эффективность очистки, %	100	100	100	40,36	4,48
Общая эффективность очистки газа от пыли, %	89,26				

Общая эффективность очистки газа от пыли в пылеосадительной камере рассчитывается по уравнению (1.9):

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta_{i,} \%,$$

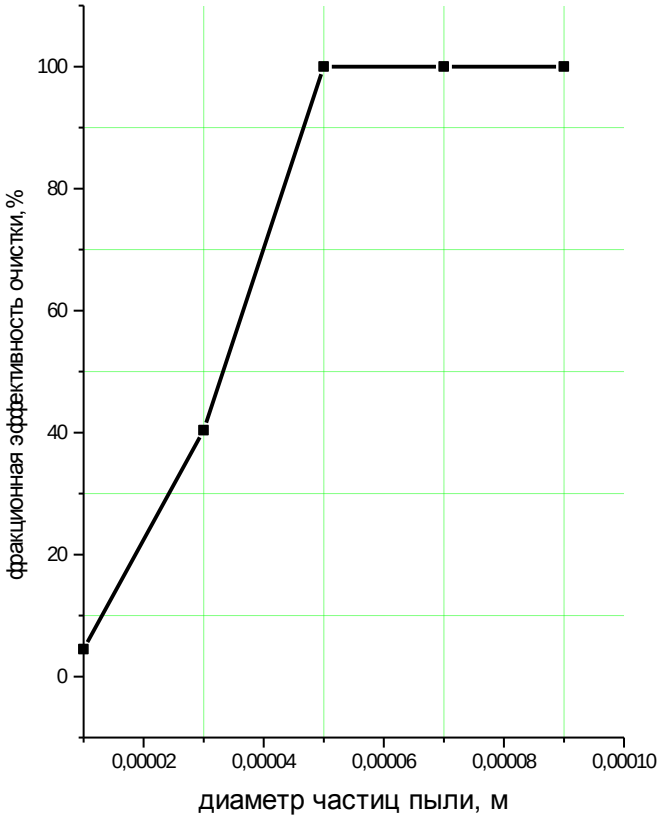
где Pi – содержание i-ой фракции частиц пыли, %

ηi – эффективность улавливания i-ой фракции частиц, доли единицы.

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta_i = 30 \cdot 1 + 45 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 0{,}4036 + +5 \cdot 0{,}0448 = 89{,}26\%$$

Результат расчета записывается в таблицу 1.2.

По данным таблицы 1.2 строится график зависимости фракционной эффективности очистки газа в зависимости от диаметра частиц пыли.



Зависимость фракционной эффективности очистки газа в пылеосадительной камере от диаметра частиц пыли.

Лабораторная работа №2 «Инженерный расчет циклона»

Исходные данные:

Исходные данные для расчета:

1. Объемный расход газа, $м^3/с$ (V) – 15,0
2. Начальная (Сн) запыленность газа, $г/м^3$ – 45,0
3. Конечная (Ск) запыленность газа, $г/м^3$ – 8,0
4. Плотность частиц пыли (ρч), $кг/м^3$ – 2500
5. Плотность газа (ρг), $кг/м^3$ – 1,2
6. Дисперсный состав пыли, %:

- 60-80 мкм – 5,0
- 40-60 мкм – 20,0
- 20-40 мкм – 30,0
- 10-20 мкм – 15,0
- 5-10 мкм – 15,0
- 0-5 мкм – 15,0

1. Расчет величины требуемой эффективности очистки газа в циклоне.

Расчет требуемой эффективности очистки производится по уравнению:

$$\eta = \frac{C_H - C_K}{C_H} \cdot 100 \ , \%$$

где C_H, C_K – соответственно запыленность газа на входе и выходе из циклона, $г/м^3$.

$$\eta = \frac{45-8}{45} \cdot 100 = 82{,}2\%$$

2.Определение характеристик дисперсности пыли.

Для определения d_{50} (медианный диаметр частиц пыли) и $\lg\delta_\eta$ (стандартное отклонение диаметра частиц от медианного диаметра) выполняется графическая обработка данных по дисперсному составу пыли.

По исходным данным, характеризующим дисперсный состав улавливаемой в циклоне пыли, рассчитывается ее дисперсный состав по «полным проходам» частиц для среднего диаметра частиц фракций.

Средний размер частиц фракции, мкм	Относительное содержание, %	Суммарное содержание частиц, %
2,5	5	15
7,5	15	30
15	15	45
30	30	75
50	20	95
70	5	100

По полученным данным строится график дисперсного состава пыли по «полным проходам» частиц и определяем значения d_{50} и d_{84} (рисунок 2.1):

d_{50} = 17,7 мкм
d_{84} = 39,15 мкм

Значение $lg\delta_\eta$ определяется по уравнению:
$lg\delta_\eta = lgd_{84} - lgd_{50}$,

$lg\delta_\eta = lg39{,}15 - lg17{,}7 = 1{,}59 - 1{,}25 = 0{,}34$

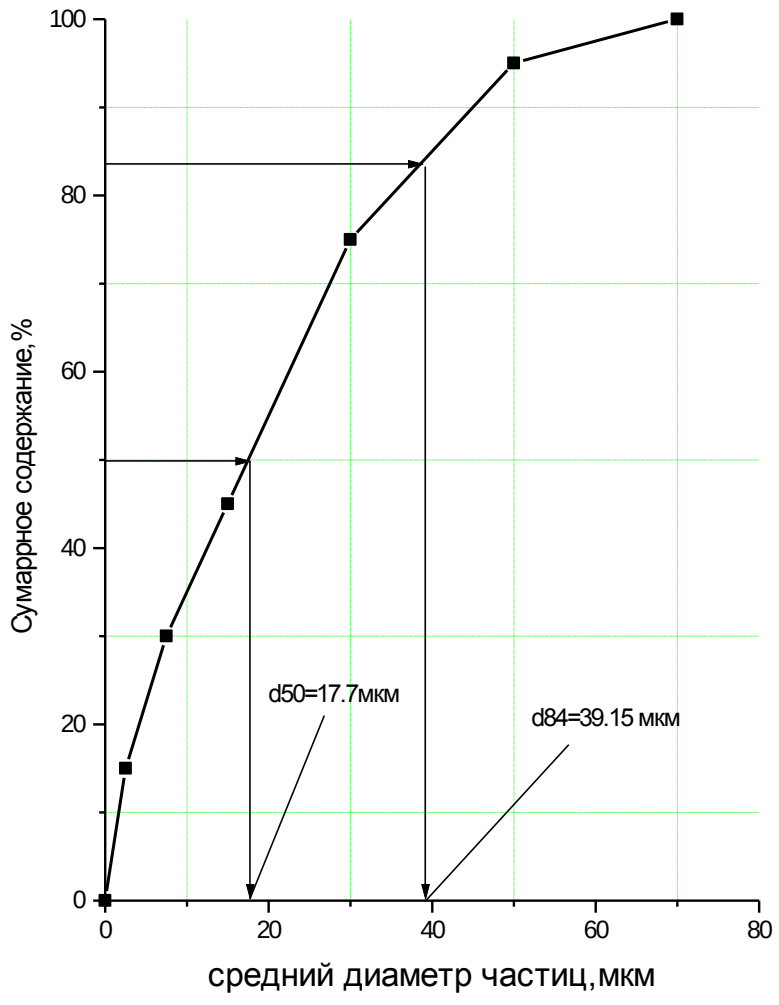


Рисунок 2.1. Дисперсный состав пыли по «полным проходам»

3. Выбор типа циклона.

По значению d_{50} и данным таблицы 2.1. выбирают тип циклона.

Принимаем циклон ЦН – 24. Для этого циклона значение $d^{т} = 8,5$ мкм, $lg\delta_{\eta}^{т} = 0,308$, $w_{опт} = 4,5$ м/с.

4.Расчет диаметра циклона.

Диаметр цилиндрической части циклона рассчитывается по уравнению 2.2:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0.785 \cdot w_{опт} \cdot n}}, \text{ м}$$

$$D = \sqrt{\frac{15}{0.785 \cdot 4.5 \cdot 1}} = 2.06 м$$

Рассчитанное значение диаметра округляют до ближайшего значения типоразмерного ряда ($D_т$): **200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400 и 3000 мм.**

Для условий расчета принимаем Dт =2000 мм (2,0 м).

5.Расчет фактической скорости газа в циклоне ($w_ф$).

Расчет фактической скорости газа в циклоне производится по уравнению (2.3):

$$w_ф = \frac{V}{0.785 \cdot D_T^2 \cdot n}, \text{ м/с}$$

$$w_ф = \frac{15}{0.785 \cdot 2^2 \cdot 1} = 4.78 м/с$$

6.Расчет гидравлического сопротивления циклона.

Гидравлическое сопротивление циклона рассчитывается по уравнению:

$\Delta p = 0,5 \cdot \zeta \cdot \rho \cdot w_ф^2$, Па

где ρ - плотность газа при рабочих условиях, кг/м^3;

Коэффициент гидравлического сопротивления ξ рассчитывается по уравнению:

$\xi = K \cdot \xi_{500}$,

где К – поправочный коэффициент, учитывающий запыленность газа (таблица 2.2);

ξ_{500} – коэффициент гидравлического сопротивления типового циклона (таблица 2.3).

$\xi = K \cdot \xi_{500}$

$\xi = 0,9 \cdot 80 = 72$

$\Delta p = 0,5 \cdot 72 \cdot 1,2 \cdot 4,78^2 = 987,0$ Па

7. Определение фактической эффективности очистки газа в циклоне.

По уравнению (2.6) рассчитывают диаметр частиц, улавливаемых на 50% при фактических условиях работы циклона (d). При расчете принимают для типового циклона следующие значения параметров:

$D_т^т$ = 600 мм, $\rho_ч^т$ = 1930 кг/м^3; $\mu^т = 22{,}2 \cdot 10^{-6}$ Па·с; $w_{опт}$ = 3,5 м/с.

$$d = d^T \sqrt{\frac{D_T \rho^T{}_ч \cdot \mu \cdot w_{опт}}{D_T^T \cdot \rho_ч \cdot \mu^T \cdot w_ф}} = 8{,}5\sqrt{\frac{2000 \cdot 1930 \cdot 22{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot 3.5}{600 \cdot 2500 \cdot 22.2 \cdot 10^{-6} \cdot 4.78}} = 11.67 мкм$$

По уравнению (2.5) рассчитывают значение параметра **X:**

$$x = \frac{\lg(d_{50}/d)}{\sqrt{\lg^2 \delta_\eta{}^T + \lg^2 \delta_\eta}} = \frac{\lg(17{,}7/11{,}67)}{\sqrt{0{,}308^2 + 0{,}33^2}} = 0.398$$

Затем по графикам на рисунке 2.4 и 2.5 определяют значение функции распределения **Ф(x).**

По уравнению 2.4 рассчитывают эффективность очистки от пыли для выбранного типа циклона:

По значению параметра X=0,398 определяем значение функции Ф(X) (рисунок 2.2).

Ф(X) = 0,655

Эффективность очистки газа в циклоне при заданных условиях определяется по уравнению 2.4:

$\eta = 0{,}5[1 + \Phi(x)] \cdot 100$, %

$\eta = 0{,}5[1 + 0{,}655] \cdot 100 = 82{,}75\%$

Результаты расчета циклона записывают в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты расчета циклона

Тип циклона	ЦН-24
Действительная скорость газа в циклоне, м/с	4,78
Диаметр циклона, мм	2000
Гидравлическое сопротивление циклона, Па	978,0
Расчетная эффективность очистки, %	82,75

Лабораторная работа №3 «Инженерный расчет полого форсуночного скруббера».

Исходные данные для расчета:

1. Объемный расход газа (V), $м^3/с$ - 10,0;
2. Начальная запыленность газа (Сн), $г/м^3$ -10,0;
3. Плотность частиц пыли (ρч), $кг/м^3$ – 3000;
4. Плотность газа (ρг), $кг/м^3$ - 1,2;
5. Плотность орошающей жидкости (ρж), $кг/м^3$ – 1000;
6. Вязкость газа (μ),Па·с – $2,22 \cdot 10^{-5}$;
7. Дисперсный состав пыли, %:
   - 0-2 мкм - 10,0
   - 2-5 мкм - 35,0
   - 5-10 мкм - 35,0
   - 10-20 мкм - 15,0
   - 20-30 мкм - 5,0

1.**Определение диаметра и высоты скруббера.**

Используя уравнения (3.1) рассчитывают диаметр скруббера. Для предотвращения каплеуноса линейная скорость газа (w) принимается не более 2 м/с :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w}}, м$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3.14 \cdot 2}} = 2,52 м$$

Принимаем диаметр скруббера 2,5 м (2500 мм).

Высота скруббера (Н) рассчитывается по уравнению (3.2):
Н = 2,5·D, м
Н = 2,5·2,5 = 6,25 м.
Принимаем высоту скруббера равную 6,3 м (6300 м).

2. Определение расхода орошающей жидкости.

Расход жидкости, подаваемой на орошение аппарата (Vж) определяется по уравнению (3.3):

$Vж = m \cdot V$, $м^3/с$

Удельный расход орошающей жидкости (m) выбирается в зависимости от начальной запыленности газа (см. раздел 3.1). Для заданных условий начальной запыленности газа 10 г/м3 принимаем значение m = 0,006 $м^3/м^3$ газа.

Vж = $0,006 \cdot 10 = 0,06$ $м^3/с$

3.Расчет эффективности захвата частиц пыли каплями воды.

По уравнениям (3.7 и 3.6) рассчитывают значения критерия Стокса (Stk) и эффективность захвата каплями жидкости частиц пыли ($\eta_з$) для каждой фракции улавливаемой пыли. При расчете критерия Стокса принят средний диаметр капель орошающей жидкости ($d_к$) равный $1 \cdot 10^{-3}$ м (1 мм).

Фракция 0 – 2 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 1$ мкм или $1 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(1 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.015$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 0.015^2 / (0.015 + 0.35)^2 = 0.0017$$

Фракция 2 – 5 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 3{,}5$ мкм или $3{,}5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(3.5 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.18$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 0.18^2 / (0.18 + 0.35)^2 = 0.119$$

Фракция 5 – 10 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 7{,}5$ мкм или $7{,}5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(7.5 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.84$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 0.84^2 / (0.84 + 0.35)^2 = 0.50$$

Фракция 10 – 20 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 15$ мкм или $15 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(15 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 3.38$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 3.38^2 / (3.38 + 0.35)^2 = 0.82$$

Фракция 20 – 30 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 25$ мкм или $25 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(25 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 9.38$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 9.38^2 / (9.38 + 0.35)^2 = 0.93$$

Результаты расчета записывают в таблицу 3.1.

Таблица 3.1.- Результаты расчета эффективность захвата частиц пыли каплями воды ($\eta_{зi}$)

Фракция	Средний диаметр частиц i-ой фракции, м ($d_{чi}$)	Критерий Стокса (Stk_i)	Эффективность захвата каплями ($\eta_{зi}$)
0-2 мкм	1	0,015	0,0017
2-5 мкм	3,5	0,18	0,119
5-10 мкм	7,5	0,84	0,5
10-20 мкм	15	3,38	0,82
20-30 мкм	25	9,38	0,93

4.Определение фракционной эффективности улавливания частиц пыли (ηi). Расчет фракционной эффективности для частиц пыли различных фракций производится по уравнению (3.5). Предварительно рассчитывают скорость осаждения капель орошающей жидкости ($\nu_{ос}$).

Для определения $\nu_{ос}$ рассчитывают значение критерия Архимеда (Ar) для капель жидкости диаметром $d_к$:

$$Ar = \frac{d_к^{\,3}(\rho_{ж} - \rho_{г}) \cdot \rho_{г}}{\mu^2} \cdot g = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^3 (1000 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{(2{,}22 \cdot 10^{-5})^2} \cdot 9{,}8 = 23833$$

По значению критерия Ar рассчитывают величину критерия Рейнольдса (Re):

- $Re = 0.056 \cdot Ar$ (при $Ar < 20$);
- $Re = 0.152 \cdot Ar^{0,715}$ ($Ar = 20 – 345\,000$);
- $Re = 1.74 \cdot Ar^{0,5}$ (при $Ar > 345000$).

Для полученного значения Ar = 23833 значение критерия Re равно:

$Re = 0.152 \cdot 23833^{0.715} = 204.9$

По вычисленному значению Re определяют скорость осаждения капель орошающей жидкости:

$$\nu_{ос} = \frac{Re \cdot \mu}{d_к \cdot \rho_г} = \frac{204{,}9 \cdot 2{,}22 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}2} = 3{,}79 м/с$$

Эффективность улавливания фракция 0 – 2 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.0017 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 0{,}088$$

Эффективность улавливания фракция 2 – 5 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.119 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Эффективность улавливания фракция 5 – 10 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.5 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Эффективность улавливания фракция 10 – 20 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.82 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Эффективность улавливания фракция 20 – 30 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.93 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Результаты расчета записываются в таблицу3.2.

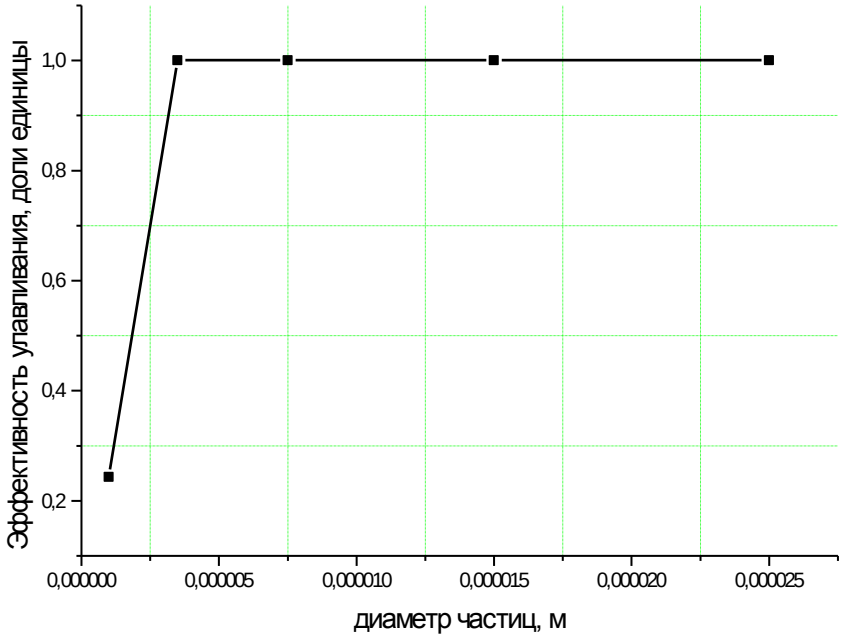
Таблица 3.2.- Результаты расчета фракционной эффективности улавливания частиц пыли

Фракция	ηi, фракционная эффективность,дол.ед.
0-2 мкм	0,088
2-5 мкм	1,0
5-10 мкм	1,0
10-20 мкм	1,0
20-30 мкм	1,0

По результатам расчета (таблица 3.2) строят график зависимости фракционной эффективности улавливания от диаметра частиц.

5.Определение общей эффективности улавливания пыли в скруббере (η). Общая эффективность очистки газа от пыли рассчитывается по уравнению (3.4):

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta_i = 0.088 \cdot 10 + 1 \cdot 35 + 1 \cdot 35 + 1 \cdot 15 + 1 \cdot 5 = 90.88\%$$



Зависимость эффективности улавливания от диаметра частиц пыли

Лабораторная работа №4 «Инженерный расчет скруббера Вентури»

Исходные данные для расчета:

1. Объемный расход газа (V), $м^3/с$ -10,0;
2. Линейная скорость газа:
   - входное сечение конфузора (wк), м/с – 12;
   - горловина(wг), м/с – 120;
   - выходное сечение диффузора (wд), м/с – 16;
3. Угол сужения конфузора ($\alpha 1$) - 28^o;
4. Угол раскрытия диффузора ($\alpha 2$) - 7^o;
5. Начальная запыленность газа (Сн), $г/м^3$ - 45,0
6. Плотность частиц пыли ($\rho ч$), $кг/м^3$ – 2500
7. Плотность газа ($\rho г$), $кг/м^3$ - 1,2
8. Плотность жидкости ($\rho ж$), $кг/м^3$ - 1000
9. Удельный расход орошающей жидкости (m), $м^3/м^3$ газа - 0,0012 $м^3/м^3$;
10. Дисперсный состав пыли, %:
    - 0-1 мкм - 30,0;
    - 1-2 мкм - 45,0;
    - 2-5 мкм - 15,0;
    - 5-10 мкм - 5,0;
    - 10-20 мкм - 5,0.

1.Расчет основных конструктивных размеров трубы Вентури.

Диаметры входного сечения конфузора, горловины и выходного сечения трубы Вентури рассчитываются исходя из заданного расхода газа и линейной скорости газа в отдельных частях трубы:

Диаметр входного сечения конфузора:

$$D_к = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3{,}14 \cdot 12}} = 1{,}03 м$$

Диаметр горловины:

$$D_г = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_г}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3{,}14 \cdot 120}} = 0{,}33 м$$

Диаметр выходного сечения диффузора:

$$D_д = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_д}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3{,}14 \cdot 16}} = 0{,}89 м$$

Длина конфузора, горловины и диффузора рассчитываются по уравнениям (4.1 - 4.3).

Длина конфузора (lк):

$$l_к = \frac{(D_к - D_г)}{2tg(\alpha_1/2)} = \frac{1.03 - 0.33}{2tg\left(\frac{28}{2}\right)} = 1{,}4м$$

Длина горловины (lг):

$l_г = 0{,}5\ D_г = 0{,}5 \cdot 0{,}33 = 0{,}165$ м

Длина диффузора (l∂)

$$l_∂ = \frac{(D_∂ - D_г)}{2tg(\alpha_2/2)} = \frac{0.89 - 0.33}{2tg\left(\frac{7}{2}\right)} = 4.6м$$

Результаты расчета записываются в таблицу.

Таблица - Результаты расчета основных конструктивных размеров трубы Вентурри.

Конструктивный размер	Значение
Диаметр входного сечения конфузора, м	1,03
Длина конфузора, м	0,33
Диаметр горловины, м	0,89
Длина горловины, м	1,4
Диаметр выходного сечения диффузора, м	0,165
Длина диффузора, м	4,6

2.Расчет эффективности очистки газа в трубе Вентури.

Для расчета эффективности очистки по уравнению (4.10) предварительно рассчитывают средний диаметр капель жидкости, распыляемой в трубе Вентури:

$$d_к = \left(\frac{4860}{w_г} + 16{,}3 \cdot m^{1{,}5} \right) \cdot 10^{-6} = \left(\frac{4860}{120} + 16{,}3 \cdot 0{,}0012^{1{,}5} \right) \cdot 10^{-6} = 0{,}000041м$$

По уравнению (4.9) для каждой фракции частиц улавливаемой пыли рассчитывается фракционная эффективность очистки.

Эффективность улавливания фракция 0 – 1 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 0,5 мкм или $5 \cdot 10^{-7}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (5 \cdot 10^{-7})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4{,}1 \cdot 10^{-5}} = 4{,}68$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 0,0012\sqrt{4,68}} = 0,977$$

Эффективность улавливания фракция 1 – 2 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 1,5 мкм или $1,5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (1,5 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4.1 \cdot 10^{-5}} = 42,09$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{42,09}} = 0,999$$

Эффективность улавливания фракция 2 – 5 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 3,5 мкм или $3,5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (3,5 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4.1 \cdot 10^{-5}} = 229,14$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{229,14}} = 1,0$$

Эффективность улавливания фракция 5 – 10 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 7,5 мкм или $7,5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (7,5 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4,1 \cdot 10^{-5}} = 1052,17$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{1052,17}} = 1,0$$

Эффективность улавливания фракция 10 – 20 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 15 мкм или $15 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (15 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4,1 \cdot 10^{-5}} = 4208,68$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{4208,68}} = 1,0$$

Общая эффективность очистки газа от пыли в скруббере Вентури рассчитывается по уравнению (2.22):

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta = 30 \cdot 0.977 + 45 \cdot 0.999 + 15 \cdot 1{,}0 + 5 \cdot 1{,}0 + 5 \cdot 1{,}0 = 99{,}3\%$$

Общая эффективность очистки газа от пыли рассчитывается по уравнению (4.8). Результаты расчета записываются в таблицу.

Таблица - Результаты расчета фракционной эффективности улавливания частиц пыли

Фракция, мкм (мм)	ηi, фракционная эффективность, дол.ед.
0,5 мкм ($5 \cdot 10^{-7}$ м)	0,977
1,5 мкм ($1{,}5 \cdot 10^{-6}$ м)	0,999
3,5 мкм ($3{,}5 \cdot 10^{-6}$ м)	1,0
7,5 мкм ($7{,}5 \cdot 10^{-6}$ м)	1,0
15 мкм ($15 \cdot 10^{-6}$ м)	1,0

3. Расчет гидравлического сопротивления трубы Вентурри.

Коэффициент гидравлического сопротивления сухой трубы определяется по уравнению (4.6):

$$\zeta_c = 0{,}165 + 0{,}034 \cdot (l_г / D_г) \cdot [0{,}06 + 0{,}028 \cdot (l_г / D_г)] \cdot M$$

$$\zeta_c = 0{,}165 + 0{,}034 \cdot (0.165 / 0.33) \cdot [0{,}06 + 0{,}028 \cdot (0.165 / 0.33)] \cdot 0.120 / 340 =$$
$$= 0.165$$

Гидравлическое сопротивление сухой трубы Вентури определяется по формуле (4.5):

$$\Delta p_г = \frac{\zeta_с \, w_г^2 \, \rho_г}{2} = \frac{0.165 \cdot 120^2 \cdot 1.2}{2} = 1429{,}4 Па$$

Коэффициент гидравлического сопротивления, учитывающий ввод в трубу распылитель орошающей жидкости (уравнение 4.7):

$$\zeta_ж = A \cdot m^{1+B}$$

$$A = 1{,}68 \, (l_г / d_г)^{0{,}29} = 1{,}68 \cdot (0{,}165/0{,}33)^{0{,}29} = 1{,}37$$

$(1 + B) = 1 - 1{,}12\ (l_г / d_г)^{-0{,}045} = 1\text{-}1{,}12 \cdot (0{,}165/0{,}33)^{-0{,}045} = -0{,}15$

$$\zeta_{ж} = 0.137 \cdot 0.0012^{-0.155} = 3{,}91$$

Гидравлическое сопротивление, обусловленное вводом орошающей жидкости, определяется по формуле (см. уравнение 4.7):

$$\Delta\rho_{ж} = \zeta_{ж} \cdot (w_г^2 \cdot \rho_{ж} / 2) \cdot m = 3{,}91 \cdot \left(120^2 \cdot 1000 / 2\right) \cdot 0.0012 = 33780{,}7\,Па$$

Полное гидравлическое сопротивление трубы Вентурри:

$\Delta p = \Delta p_г + \Delta p_ж = 1429{,}4 + 33780{,}7 = 35210{,}1$ Па

Результаты расчета гидравлического сопротивления трубы Вентури.

Параметр	Значение
Гидравлическое сопротивление сухой трубы, Па	1429,4
Гидравлическое сопротивление, обусловленное вводом орошающей жидкости, Па	33780,7
Полное гидравлическое сопротивление, Па	35210,1

Лабораторная работа №5 «Инженерный расчет абсорбера для очистки газов»

Насадочный абсорбер

Исходные данные для расчета:

1.Объемный расход газа, $м^3/с$ (V)	– 30,0
2.Улавливаемое вещество	- HF (фтористый водород)
3.Абсорбент	– раствор карбоната натрия Na_2CO_3 (10%)
4. Начальная ($У_1$) концентрация загрязняющего вещества на входе в абсорбер, $кг/м^3$	– 0,2
5. Конечная концентрация загрязняющего вещества на выходе из абсорбера ($У_2$), $кг/м^3$	– 0,008
6. Начальная (X_1) концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$	– 3,0
7. Конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте (X_2), $кг/м^3$	– 33,0
8.Плотность газа ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 1,29
9.Вязкость газа ($\mu_г$), Па·с	– 0,000022
10.Плотность абсорбента ($\rho_ж$), $кг/м^3$	– 1100
11.Вязкость абсорбента ($\mu_ж$), Па·с	– 0,001
12.Применяемая насадка	– Кольца Паля керамические

1. Определение расхода абсорбента.

Объемный расход абсорбента (L) находится по уравнению (5.1):

$$L = V\frac{Y_1 - Y_2}{X_2 - X_1} = 30 \cdot \frac{0.2 - 0.008}{33 - 3} = 0.192 \text{, м}^3/\text{с}$$

где V – расход газовой смеси, $м^3/с$;

Y_1, Y_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в газовой смеси, $кг/м^3$ газа;

X_1,X_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$ абсорбента.

По полученной величине L рассчитываем массовый расход абсорбента (m):

$m = L \cdot \rho_ж = 0{,}192 \cdot 1100 = 211{,}2$ кг/с

где $\rho_ж$ – плотность абсорбента, $кг/м^3$.

2.Расчет основных геометрических размеров абсорбера

2.1. Расчет диаметра абсорбера

По уравнению (5.4) рассчитывают скорость газа для режима «захлебывания» насадки:

$$\lg W_з = 0{,}0395 - 0{,}5\lg A - 0{,}875 \cdot \left(\frac{m}{q}\right)^{0{,}25} \left(\frac{\rho_г}{\rho_{ж}}\right)^{0{,}125}$$

где A - комплекс величин:

$$A = \frac{a \cdot \rho_г \cdot \mu_ж^{0{,}16}}{g \cdot S_{св}^3 \cdot \rho_ж} = \frac{170 \cdot 1{,}29 \cdot 0{,}001^{0{,}16}}{9{,}8 \cdot 0{,}9^3 \cdot 1100} = 0{,}00924$$

a - удельная поверхность насадки, $м^2/м^3$ (таблица 5.2);

$\rho_г$ - плотность газа, $кг/м^3$;

$\rho_ж$ - плотность абсорбента, $кг/м^3$;

$\mu_ж$ - вязкость абсорбента, $н \cdot с/м^2$;

$S_{св}$ - свободное сечение насадки, $м^2/м^2$ (таблица 3.4);

m - массовый расход абсорбента, кг/с;

q - массовый расход газа ($q = Q \cdot \rho_г = 30 \cdot 1{,}29 = 38{,}7$), кг/с.

$$\lg W_з = 0{,}0395 - 0{,}5\lg 0{,}00924 - 0{,}875 \cdot \left(\frac{211{,}2}{38{,}7}\right)^{0{,}25} \left(\frac{1{,}29}{1100}\right)^{0{,}125} = 0{,}481$$

Скорость газа ($W_з$)при «захлебывании» насадки:

$W_з = 10^{\lg W_з} = 10^{0.481} = 3.03$ м/с

Фиктивная скорость газа в насадке (W_0) определяется по уравнению (5.3 а):

$W_0 = 0{,}9 \cdot W_з = 0{,}9 \cdot 3{,}03 = 2{,}73$ м/с

Диаметр абсорбера рассчитывается по уравнению (5.3):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3.14 \cdot 2.73}} = 3{,}74 \text{ м}$$

где Q – объемный расход газа, $м^3/с$;

w_0 – фиктивная скорость газа в абсорбере, м/с.

2.2.Расчет высоты слоя насадки

По уравнению (5.7) производят расчет коэффициента массопередачи (К):

$K = 0{,}407 \cdot Re_г^{0{,}655} \cdot Pr_г^{0{,}333} \cdot D_г \cdot d_э^{-1}$

где $Re_г$ - критерий Рейнольдса для газовой фазы;

Pr - диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы;

Dг - коэффициент диффузии, $м^2/с$;

dэ - эквивалентный диаметр насадки

Значение $Re_г$ определяется по уравнению (5.8):

$$Re_г = \frac{4 \cdot w_0 \cdot \rho_г}{a \cdot \mu} = \frac{4 \cdot 2{,}73 \cdot 1{,}29}{170 \cdot 0{,}000022} = 3761{,}51$$

где w_0 - фиктивная скорость газа в насадке, м/с;

$\rho_г$- плотность газа, $кг/м^3$;

а - удельная поверхность насадки ,$м^2/м^3$ (а = 170, таблица 5.2);

μ- вязкость газа, Па·с.

Значение Pr определяется по уравнению (5.9):

$$Pr_г = \frac{\mu}{\rho_г \cdot D_г} = \frac{0{,}000022}{1{,}29 \cdot 1{,}62 \cdot 10^{-5}} = 1{,}05$$

где Dг - коэффициент диффузии, $м^2/с$ ($Dг = 1{,}62 \cdot 10^{-5}$, таблица 5.5)

Эквивалентный диаметр насадки (dэ) рассчитывается по уравнению (5.10):

$$d_э = \frac{4 \cdot S_{св}}{a} = \frac{4 \cdot 0{,}9}{170} = 0{,}021 \text{ м}$$

где а - удельная поверхность насадки, $м^2/м^3$ (а = 170, таблица 5.2);

Sсв. – свободное сечение насадки, м2/м2 (Sсв.=0,9, таблица 5.2).

Значение коэффициента массопередачи (К):

$K = 0{,}407 \cdot 3761{,}512^{0{,}655} \cdot 1{,}05^{0{,}333} \cdot 1{,}62 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}021^{-1} = 0{,}070$ м/с

Высота слоя насадки (Н) необходимой для достижения требуемой степени очистки газа производится по уравнению (5.18):

$$H = \frac{M}{K \cdot a \cdot S_{св} \cdot \Delta Y_{ср}} = \frac{5,76}{0,07 \cdot 170 \cdot 0,9 \cdot 0,0597} = 9,1 \text{ м}$$

где М - масса улавливаемого загрязняющего вещества, кг/с (уравнение 5.19)

$$M = Q \cdot (Y_1 - Y_2) = 30 \cdot (0,2 - 0,008) = 5,76 \text{ кг/с}$$

ΔYср. - средняя движущая сила процесса абсорбции, кг/м^3 (уравнение 5.20)

$$\Delta Y = \frac{Y_1 - Y_2}{2,3 \lg \frac{Y_1}{Y_2}} = \frac{0,2 - 0,008}{2,3 \cdot \lg \frac{0.2}{0.008}} = 0,0597 \text{ кг/м}^3$$

К – коэффициент массопередачи, м/с;

а – удельная поверхность насадки, м^2/м^3;

Sсв. – свободное сечение насадки, м^2/м^2 .

2.3. Расчет гидравлического сопротивления абсорбера

Гидравлическое сопротивление насадочного абсорбера рассчитывается по уравнению (5.24):

$$\Delta P = 10^{U \cdot b} \Delta p_{сух} = 10^{0,017551,2} \cdot 6324,39 = 49475,98 \text{ Па}$$

где $\Delta p_{сух}$ – гидравлическое сопротивление сухой насадки, Па;

$$\Delta p_{сух} = \lambda \frac{H}{d_э} \cdot \frac{w_0^2 \cdot \rho_г}{2} = 3,08 \frac{9,1}{0,021} \cdot \frac{2,73^2 \cdot 1,29}{2} = 6324,39 \text{ Па}$$

w_0 – фиктивная скорость газа в насадочном абсорбере, м/с;

Н – высота слоя насадки, м;

$d_э$ – эквивалентный диаметр насадки, м;

λ - коэффициент гидравлического сопротивления (при $Re_г > 40$)

$$\lambda = \frac{16}{\mathrm{Re}_г^{0,2}} = \frac{16}{3761{,}5^{0,2}} = 3{,}08$$

U – плотность орошения, $м^3/м^2 \cdot с$

$$U = \frac{4 \cdot L}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0{,}192}{3{,}14 \cdot 3{,}74^2} = 0{,}0175 \ м^3/м^2 \cdot с$$

L – расход абсорбента, $м^3/с$;

D – диаметр абсорбера, м;

b - коэффициент (b = 51.2).

Результаты расчета насадочного абсорбера

Загрязняющее вещество - абсорбент	HF(фтористый водород) - раствор карбоната натрия Na_2CO_3 (10%)	Расход абсорбента, $м^3/с$ (кг/с)	0,192 (211,2)
Расход газа, $м^3/с$	30,0	Диаметр абсорбера, м	3,74
Начальная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,2	Коэффициент массопередачи, м/с	0,07
Конечная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,008	Высота слоя насадки, м	9,1
Тип насадки	Кольца Паля керамические	Гидравлическое сопротивление абсорбера, Па	49475,98

Тарельчатый абсорбер

Исходные данные для расчета:

1.Объемный расход газа, $м^3/с$ (V)	– 35,0
2.Улавливаемое вещество	- NO_2 (диоксид азота)
3.Абсорбент	– раствор гидроксида калия КОН (10%)
4. Начальная ($У_1$) концентрация загрязняющего вещества на входе в абсорбер, $кг/м^3$	– 0,35
5. Конечная концентрация загрязняющего вещества на выходе из абсорбера ($У_2$), $кг/м^3$	– 0,008
6. Начальная (X_1) концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$	– 10,0
7. Конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте (X_2), $кг/м^3$	– 50,0
8.Плотность газа ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 1,29
9.Вязкость газа ($\mu_г$), Па·с	– 0,000022
10.Плотность абсорбента ($\rho_ж$), $кг/м^3$	– 1100
11.Вязкость абсорбента ($\mu_ж$), Па·с	– 0,0012
12.Поверхностное натяжение абсорбента (σ), Н/м	– 0,0727
13.Применяемая конструкция тарелок:	– ситчатые тарелки
толщина, мм	– 10
диаметр отверстий, мм	– 5
высота слоя жидкости, м	– 0,05
	–

1. Определение расхода абсорбента.

Объемный расход абсорбента (L) находится по уравнению (5.1):

$$L = Q\frac{Y_1 - Y_2}{X_2 - X_1} = 35 \cdot \frac{0.35 - 0.008}{50 - 10} = 0.299 \text{ , м}^3/\text{с}$$

где Q – расход газовой смеси, $м^3/с$;

Y_1, Y_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в газовой смеси, $кг/м^3$ газа;

X_1,X_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$ абсорбента.

По полученной величине L рассчитываем массовый расход абсорбента (m):

$m = L \cdot \rho_ж = 0{,}299 \cdot 1100 = 329{,}175$ кг/с

где $\rho_ж$ – плотность абсорбента, $кг/м^3$.

2.Расчет основных геометрических размеров абсорбера

2.1. Расчет диаметра абсорбера

По уравнению (5.5) рассчитывается величина скорости газа (w_0), при которой начинают работать все отверстия ситчатых тарелок:

$$w_0 = \frac{2}{3} F_c \sqrt{\frac{2g\rho_ж h_0}{\zeta \cdot \rho_г}} = \frac{2}{3} \cdot 0{,}226 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}8 \cdot 1100 \cdot 0{,}05}{0{,}642 \cdot 1{,}29}} = 5{,}44 \text{ м/с}$$

где Fc – свободное сечение тарелки (отношение суммарной площади отверстий к площади тарелки), $м^2/м^2$ (Fc = 0,226 $м^2/м^2$, таблица 5.4);

h_0 – высота слоя жидкости на тарелке, м (h_0 = 0,05 м);

ξ - коэффициент гидравлического сопротивления сухой тарелки (ξ = 0,642, рисунок 5.4);

$\rho_г$, $\rho_ж$ – соответственно, плотность газа и жидкости, $кг/м^2$

Диаметр абсорбера рассчитывается по уравнению (5.3):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3.14 \cdot 5{,}44}} = 2{,}86 \text{ м}$$

где Q – объемный расход газа, $м^3/с$;

w_0 –скорость газа в абсорбере, м/с.

2.2.Расчет количества рабочих тарелок

По уравнению (5.12) производят расчет коэффициента массопередачи (К):

$$K = 0{,}12 \cdot \mathrm{Re}_г^{0,7} \cdot (\mathrm{Pr}_г)^{0,5} \cdot \left(\frac{d_n}{d_{ст}}\right)^{0,5} \cdot D_г \cdot d_n^{-1}$$

где $Re_г$ - критерий Рейнольдса для газовой фазы;

$Pr_г$ - диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы;

$\mathbf{D_г}$ - коэффициент диффузии в газовой фазе, $м^2/с$ ($\mathbf{D_г}$ = $1{,}15 \cdot 10^{-5}$, принимается из таблицы 5.5);

$d_п$ – поверхностно-объемный диаметр пузырька газа, м;

$d_{ст}$ – стандартный размер пузырька газа, при котором прекращается влияние циркуляции газа на массообмен ($d_{ст} = 4 \cdot 10^{-3}$ м).

По уравнению (5.14) определяют газосодержание пенного слоя жидкости на тарелке:

$$\varphi_г = 0{,}6 \cdot \left(\frac{w_0{}^2 \cdot h_0}{q}\right)^{0.1} = 0{,}6\left(\frac{5{,}44^2 \cdot 0{,}05}{0{,}13}\right)^{0,1} = 0{,}765$$

где h_0 – высота слоя жидкости на тарелке, м (h_0 = 0,05 м);

q – удельный расход жидкости через сливную перегородку, $м^3/м \cdot с$.

$$q = \frac{L}{0{,}8 \cdot D} = \frac{0.299}{0.8 \cdot 2.86} = 0{,}13$$

По уравнению (5.16) рассчитывается поверхностно – объемный диаметр пузырьков газа ($d_п$):

$$d_n = 6 \cdot \varphi_г h_0 \cdot \left[(1 - \varphi_г) \cdot A\right] = 6 \cdot 0{,}765 \cdot 0{,}05[(1-0{,}765) \cdot 19{,}1] = 1{,}031$$

где А – поверхность контакта фаз:

$$A = \frac{c}{1-\varphi_г} \cdot \left(\frac{w_0 \cdot h_0 \cdot \rho_{ж}}{\mu_{ж}} \right)^{-0.25} \cdot \left(\frac{{w_0}^2}{g \cdot h_0} \right)^{0.2} \cdot \left(\frac{\sigma}{\rho_{ж} \cdot {h_0}^2} \right)^{-0.6} \cdot \left(\frac{\mu_{ж}}{\mu_{в}} \right)^{-0,25}$$

где с – коэффициент (с = 5 при $h_0 \geq 0,02$ м);

σ - поверхностное натяжение жидкости (абсорбента), Н/м;

g – ускорение свободного падения (9,8 м/с^2);

$\mu_в$ – вязкость воды ($\mu_в$ = 0,001 Па·с).

$$A = \frac{5}{1-0,765} \cdot \left(\frac{5,44 \cdot 0,05 \cdot 1100}{0,001} \right)^{-0.25} \cdot \left(\frac{5,44^2}{9,8 \cdot 0,05} \right)^{0.2} \cdot \left(\frac{0,0727}{1100 \cdot 0,05^2} \right)^{-0.6} \cdot \left(\frac{0,0012}{0,001} \right)^{-0,25} =$$

= 19,1

Значение $Re_г$ определяется по уравнению (5.13):

$$\mathrm{Re}_г = \frac{w_0 \cdot d_п \cdot \rho_г}{\varphi_г \cdot \mu} = \frac{5,44 \cdot 1,031 \cdot 1,29}{0,765 \cdot 0,000022} = 429691,24$$

где w_0 - скорость газа, обеспечивающая эффективную работу тарелки, м/с;

$\rho_г$- плотность газа, кг/м^3;

$d_п$ – поверхностно-объемный диаметр пузырька газа, м;

μ - вязкость газа, Па·с;

$\varphi_г$ – газосодержание пенного слоя на тарелке:

Диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы рассчитывается по уравнению (5.15):

$$\mathrm{Pr}_г = \frac{\mu}{\rho_г \cdot D_г} = \frac{0,00002}{1,29 \cdot 1,15 \cdot 10^{-5}} = 1,48$$

Значение коэффициента массопередачи (К):

$$K = 0{,}12 \cdot 429691{,}24^{0{,}7} \cdot (1{,}48)^{0{,}5} \cdot \left(\frac{1{,}031}{0{,}004}\right)^{0{,}5} \cdot 1{,}15 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}031^{-1} = 0{,}23 \text{ м/с}$$

По уравнению (5.23) определяется общая поверхность контакта фаз (F):

$$F = \frac{M}{K \cdot \Delta Y_{ср}} = \frac{11{,}97}{0{,}23 \cdot 0{,}091} = 575{,}29 \quad \text{м}^2$$

где К – коэффициент массопередачи, м/с;

М - масса улавливаемого загрязняющего вещества, кг/с (уравнение 5.19)

$M = Q \cdot (Y_1 - Y_2)$ = 35·(0,35 – 0,008) = 11,97 кг/с

ΔYср. - средняя движущая сила процесса абсорбции, кг/м^3 (уравнение 5.20)

$$\Delta Y = \frac{Y_1 - Y_2}{2{,}3 \lg \frac{Y_1}{Y_2}} = \frac{0{,}35 - 0{,}008}{2{,}3 \cdot \lg \frac{0.35}{0.008}} = 0{,}091 \text{ кг/м}^3$$

Количество рабочих тарелок рассчитывается по уравнению (5.22):

$$n = \frac{F}{A \cdot f_m} = \frac{575{,}29}{19{,}1 \cdot 6{,}44} = 4{,}68 \text{ (принимаем n = 5)}$$

где f_m- площадь одной тарелки, м^2

$f_m = \pi \cdot D^2/4 = 3.14 \cdot 2{,}86^2/4 = 6{,}44$

Высота рабочей части тарельчатого абсорбера (**Н**) рассчитывается по уравнению (5.21):

$H = n \cdot h_{сп.} = 5 \cdot 0{,}5 = 2{,}5$ м

где n – расчетное число тарелок, шт.;

$h_{сп.}$ – расстояние между тарелками (принимаем 0,5 м).

3. Расчет гидравлического сопротивления абсорбера.

Гидравлическое сопротивление тарельчатого абсорбера рассчитывается по уравнению (5.25):

$$\Delta P = n\left(\frac{\xi \cdot {w_0}^2 \cdot \rho_г}{2} + \frac{4 \cdot \sigma}{d} + h_0 \cdot \rho_ж \right) = 5 \cdot \left(\frac{0{,}226 \cdot 5{,}44^2 \cdot 1{,}29}{2} + \frac{4 \cdot 0{,}0727}{0{,}005} + 0{,}05 \cdot 1100 \right)$$

=

= 586,6 Па

где ξ - коэффициент гидравлического сопротивления сухой тарелки (рисунок 5.4);

$\rho_ж$, $\rho_г$ – соответственно, плотность жидкости и газа, кг/м^3;

w_0 - скорость газа, обеспечивающая эффективную работу тарелки, м/с;

σ - поверхностное натяжение жидкости, Н/м;

d – диаметр отверстия тарелки, м;

n – количество рабочих тарелок, шт.

h_0 – высота слоя жидкости на тарелке, м.

Результаты расчета тарельчатого абсорбера

Загрязняющее вещество - абсорбент	NO_2 (диоксид азота) - раствор гидроксида калия КОН (10%)	Расход абсорбента, м^3/с (кг/с)	0,299 (329,175)
Расход газа, м^3/с	35,0	Диаметр абсорбера, м	2,86
Начальная концентрация загрязняющего вещества, кг/м^3	0,35	Коэффициент массопередачи, м/с	0,23
Конечная концентрация загрязняющего вещества, кг/м^3	0,008	Высота рабочей части абсорбера, м	2,5
Тип тарелки	ситчатая	Гидравлическое сопротивление абсорбера, Па	586,6

Лабораторная работа №6 «Инженерный расчет адсорбера для очистки газов»

Исходные данные для расчета:

1.Объемный расход газа, $м^3/с$ (V)	– 15,0
2.Улавливаемое вещество	- бензол
3.Адсорбент	– активированный уголь
4. Начальная ($У_1$) концентрация загрязняющего вещества на входе в адсорбер, $кг/м^3$	– 0,06
5. Конечная концентрация загрязняющего вещества на выходе из адсорбера ($У_2$), $кг/м^3$	– 0,004
6.Насыпная плотность адсорбента ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 500
7.Диаметр гранул адсорбента (d),м	– 0,003
8. Длина гранул адсорбента (l),м	– 0,005
9. Плотность частиц адсорбента, кг/м3	– 800
10. Порозность слоя адсорбента (ε)	– 0,375
11. Высота неподвижного слоя адсорбента ($h_{сл}$), м	– 0,06
12. Степень проработки (насыщения) адсорбента (ηк)	– 0,85
13.Плотность газа ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 1,29
14.Вязкость газа ($\mu_г$), Па·с	– 0,000022

1. Расчет расхода адсорбента.

Массовый расход адсорбента (G) находится по уравнению 6.1

$$G = Q\frac{Y_1 - Y_2}{a_0 \cdot \eta_к} = 15\frac{0{,}06 - 0{,}004}{0{,}263 \cdot 0{,}85} = 3{,}758 \text{ кг/с}$$

Начальная емкость поглощения адсорбента по загрязняющему веществу a_0 (кг/кг адсорбента) находится по изотерме адсорбции бензола на активированном угле (Приложение 1). Для определения a_0 строится изотерма адсорбции и графически находится концентрация бензола в активированном угле, равновесная с начальной концентрацией бензола в газе (рисунок 6.1). Результаты расчета записывают в таблицу.

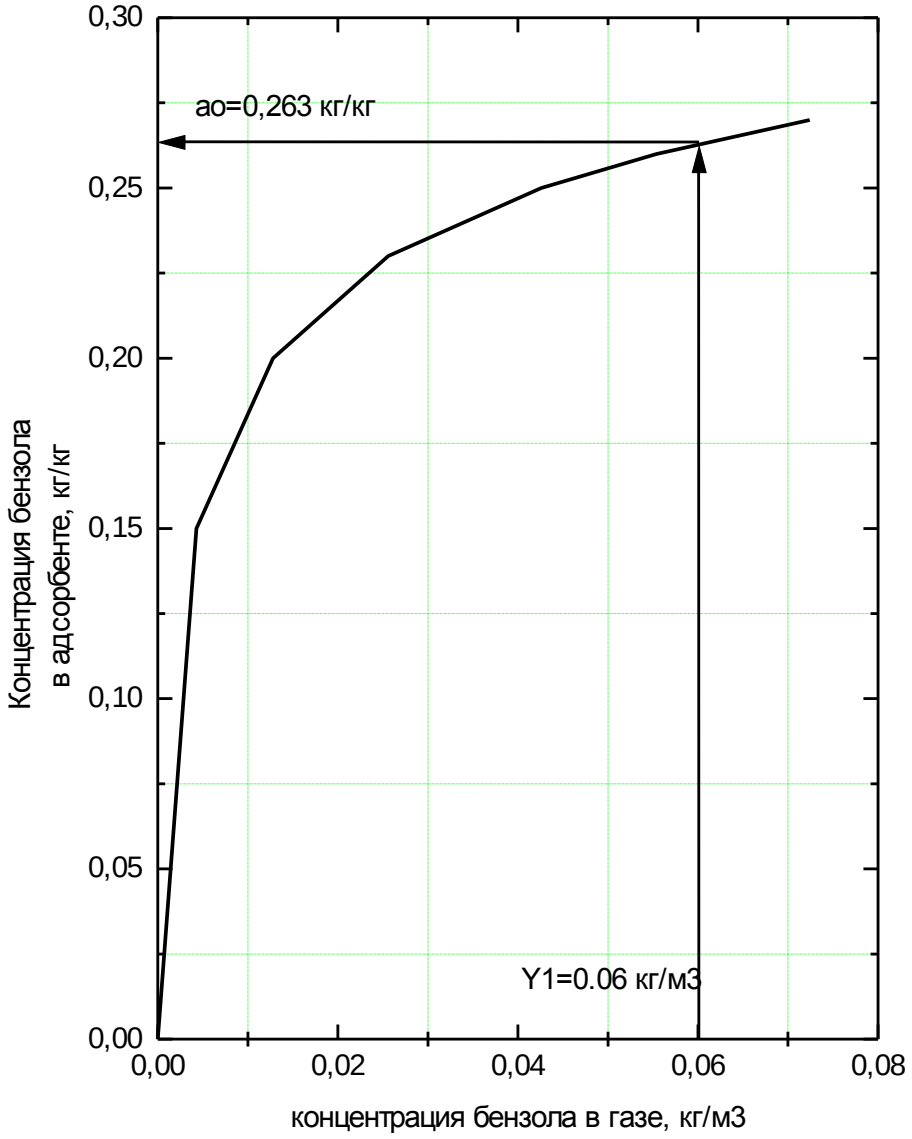


Рисунок 6.1. Графическое определение емкости поглощения адсорбента (a_o).

2. Расчет диаметра адсорбера.

Используя уравнения (6.3) – (6.5) рассчитывают скорости начала псевдоожижения ($w_{по}$) и разрушения «кипящего слоя» ($w_р$).

$$d\text{э} = \frac{\varepsilon_0 \cdot d \cdot l}{(1-\varepsilon_0)\cdot\left(\frac{d}{2}+l\right)} = \frac{0{,}375 \cdot 0{,}003 \cdot 0{,}005}{(1-0{,}375)\cdot\left(\frac{0{,}003}{2}+0{,}005\right)} = 0{,}0014 \text{ м}$$

$$Ar = \frac{d_э^{\,3}(\rho_ч - \rho)\cdot\rho}{\mu^2}\cdot g = \frac{0{,}0014^3(800-1{,}29)\cdot 1{,}29}{0{,}000022^2}\cdot 9{,}8 = 55379{,}24$$

$$\mathrm{Re}_{по} = \frac{Ar}{1400+5{,}75\sqrt{Ar}} = \frac{55379{,}24}{1400+5{,}75\sqrt{55379{,}24}} = 21{,}07$$

$$\mathrm{Re}_р = \frac{Ar}{18+0{,}61\sqrt{Ar}} = \frac{55379{,}24}{18+0{,}61\sqrt{55379{,}24}} = 342{,}8$$

Соответственно,

$$w_{по} = \frac{\mathrm{Re}_{по}\cdot\mu}{d_э\cdot\rho} = \frac{21{,}07\cdot 0{,}000022}{0{,}0014\cdot 1{,}29} = 0{,}26 \text{ м/с}$$

$$w_р = \frac{\mathrm{Re}_р\cdot\mu}{d_э\cdot\rho} = \frac{342{,}8\cdot 0{,}000022}{0{,}0014\cdot 1{,}29} = 4{,}22 \text{ м/с}$$

Скорость газа w принимается в интервале значений между скоростями начала псевдоожижения ($w_{по}$) и разрушения «кипящего слоя» ($w_р$).

Принимаем скорость газа w = 3,0 м/с.

По уравнению (6.2) рассчитывают диаметр адсорбера:

$$D = \sqrt{\frac{4\cdot V}{\pi\cdot w}} = \sqrt{\frac{4\cdot 15}{3{,}14\cdot 3}} = 2{,}52 \text{ м}$$

где V – объемный расход газа, $м^3/с$;

w – рабочая скорость газа в адсорбере, необходимая для создания «кипящего» слоя , м/с.

Результаты расчета записывают в таблицу.

3. Расчет высоты рабочей зоны адсорбера.

Количество теоретических ступеней контакта определяется по уравнению 6.7.

$$n = \int_{Y_2}^{Y_1} \frac{dY}{Y - Y^*}$$

где Y- концентрация загрязняющего вещества в газовоздушной смеси, $кг/м^3$;
Y*- равновесная концентрация загрязняющего вещества в газовоздушной смеси, $кг/м^3$;
Y_1, Y_2 – соответственно, начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в газовоздушной смеси, $кг/м^3$.

Расчет n проводится методом графического интегрирования с использованием данных по равновесным концентрациям бензола в газе (Y^*_i) и адсорбенте (a^*_i).

Интервал концентраций бензола в газе разбивается на ряд значений (Y_i) и для них по изотерме адсорбции определяют соответствующие значения равновесных концентраций бензола в адсорбенте (a^*_i) (рисунок 6.2). Результаты записывают в таблицу 6.1.

При заданной степени проработки (насыщения) адсорбента ($\eta к$ = 0,85) фактическая концентрация (a_i) будет ниже равновесной:

0,263·0,85 = 0,224 кг/кг
0,256·0,85 = 0,218 кг/кг
0,246·0,85 = 0,209 кг/кг
0,218·0,85 = 0,185 кг/кг
0,184·0,85 = 0,156 кг/кг
0,137·0,85 = 0,116 кг/кг

Таблица 6.1.

Концентрация бензола в газе, кг/м3 (Y_i)	Равновесная концентрация бензола в адсорбенте, кг/кг (a^*_i)	Фактическая концентрация бензола в адсорбенте (a_i), кг/кг	Равновесная концентрация бензола в газе, кг/кг (Y^*_i)	$Y_i - Y^*_i$, $кг/м^3$	$\frac{1}{Y_i - Y^*_i}$
0,06	0,263	0,224	0,024	0,036	27,8
0,05	0,256	0,218	0,02	0,03	33,3
0,04	0,246	0,209	0,017	0,023	43,5
0,02	0,218	0,185	0,011	0,009	111,1
0,01	0,184	0,156	0,0056	0,0044	227,3
0,004	0,137	0,116	0,003	0,001	1000,0

По полученным значениям Y*$_i$ рассчитывают значения $\frac{1}{Y_i - Y^*_i}$ и записывают их таблице 6.1.

В координатах «Yi - $\frac{1}{Y_i - Y^*_i}$» строят график, площадь под которым будет равна количеству теоретических ступеней контакта в адсорбере (рисунок 6.3).

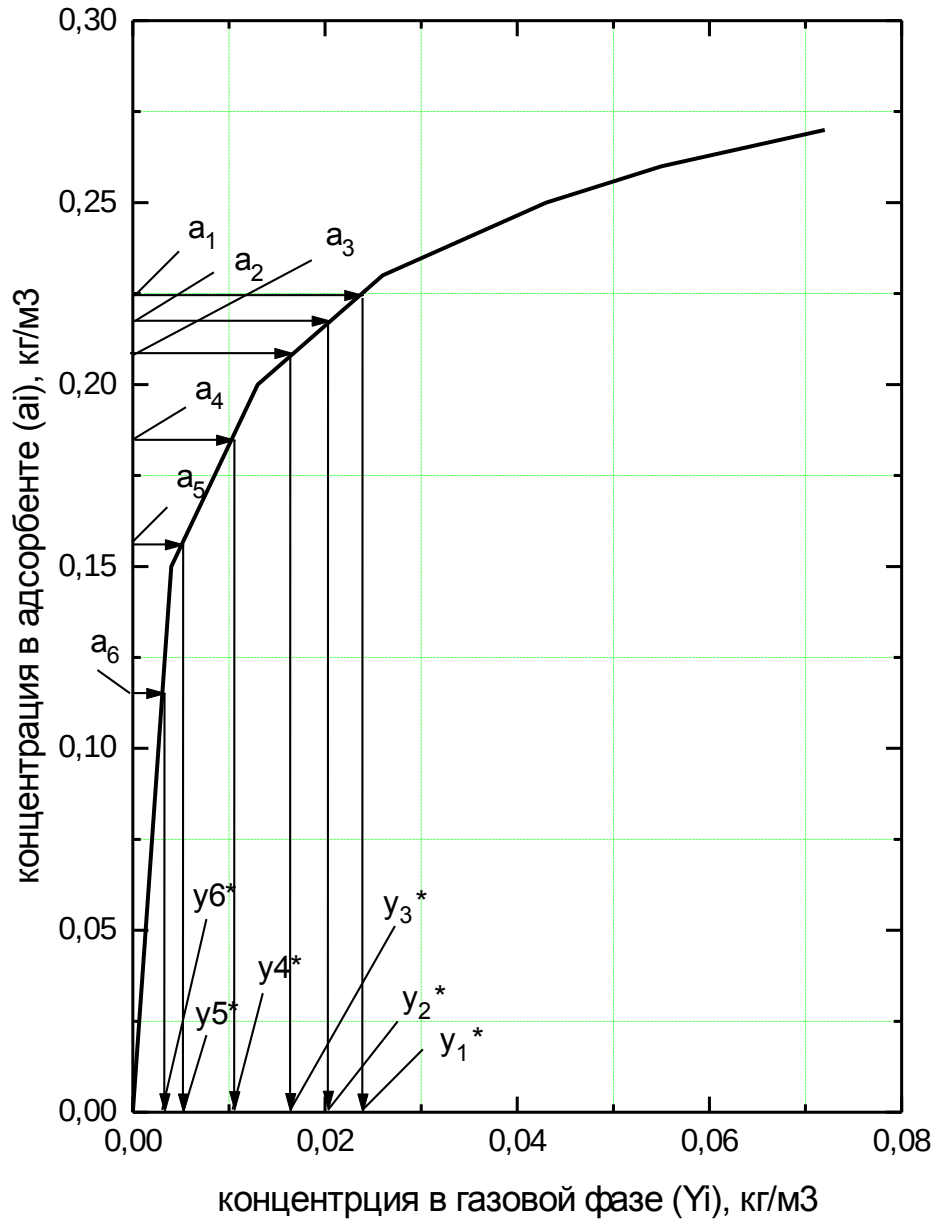


Рисунок 6.2.

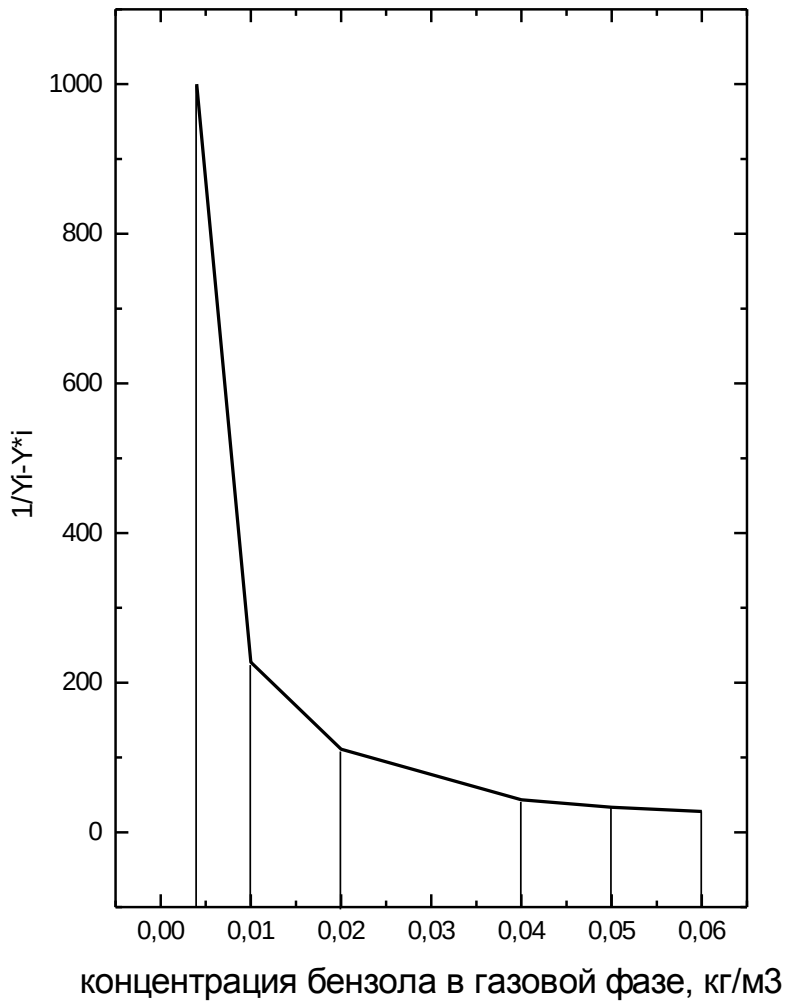


Рисунок 6.3

Графическое интегрирование для определения теоретических ступеней контакта в адсорбере производится по методу трапеций:

$$n = \sum_{i}^{k} \frac{\frac{1}{Y_i - Y_i^*} + \frac{1}{Y_{i+1} - Y_{i+1}^*}}{2} \cdot \left(Y_{i+1} - Y_i\right) = \frac{1000 + 227.3}{2} \cdot (0.01 - 0.004) +$$

$$+ \frac{227.3 + 111.1}{2} \cdot (0.02 - 0.01) + \frac{111.1 + 43.5}{2} \cdot (0.04 - 0.02) +$$

$$+ \frac{43.5 + 33.3}{2} \cdot (0.05 - 0.04) + \frac{33.3 + 27.8}{2} \cdot (0.06 - 0.05) = 7.61$$

Высота «кипящего» слоя адсорбента на тарелках рассчитывается по уравнению 6.8:

$$h_{кс} = h_{сл}\frac{1-\varepsilon_0}{1-\varepsilon},$$

где ε_0 - порозность неподвижного слоя адсорбента (ε_0=0,375)
ε - порозность «кипящего» слоя адсорбента

$$\varepsilon = \left(\frac{18\,\mathrm{Re} + 0{,}36\,\mathrm{Re}^2}{Ar}\right)^{0{,}21} = \left(\frac{18\cdot 243{,}6 + 0{,}36\cdot 243{,}6^2}{55379{,}24}\right)^{0{,}21} = 0{,}85$$

$$h_{кс} = h_{сл}\frac{1-\varepsilon_0}{1-\varepsilon} = 0{,}06\cdot\frac{1-0{,}375}{1-0{,}85} = 0{,}3м$$

Высота рабочей части адсорбера ($H_р$) определяется по уравнению 6.9:

$H_р = h_{кс}\cdot n_р + h_{сеп}\cdot(n_р - 1)$, м

где $n_р$ – количество рабочих тарелок (принимаем 8);
$h_{сеп}$ – высота сепарационного пространства ($h_{сеп}$ конструктивно принимается не менее 0,2 м).

$H_р = 0{,}3\cdot 8 + 0{,}2\cdot(8 - 1) = 3{,}4$ м

Результаты расчета записывают в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Результаты расчета адсорбера непрерывного действия

Загрязняющее вещество - адсорбент	Бензол – активированный уголь	Расход адсорбента, кг/с	3,758
Расход газа, $м^3/с$	15,0	Диаметр адсорбера, м	2,52
Начальная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,06	Количество теоретических ступеней контакта	7,61
Конечная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,004	Высота рабочей зоны адсорбера, м	3,4
Степень проработки (насыщения) адсорбента	0,85		

Процессы и аппараты защиты водных ресурсов (8 семестр).

Задача №1.

Определить кратность разбавления сточных вод и концентрацию загрязняющего вещества в расчетном створе при сбросе сточных вод в водоток (реку) заданной категории водопользования (ХП, КБ, РХ).

Сделать вывод о возможности сброса таких сточных вод.

Определить допустимое содержание загрязняющего вещества в сточной воде и определить необходимую эффективность очистки для этого вещества.

Водоток характеризуется следующими показателями:

Q - среднемесячный расход водотока 95%-обеспеченности ,

$H_{ср}$ - средняя глубина водотока,
$V_{ср}$ - средняя скорость течения ,

$C_{ш}$ - коэффициент Шези на рассматриваемом участке ,

извилистость русла слабо выражена,

Характеристики сточных вод:

q - расход сточных вод ,

$C_{ст}$- концентрация загрязняющего вещества в сточных водах,

$C_{ф}$- концентрация загрязняющего вещества выше сброса сточных вод

Задача №2.

Определить концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, разрешенной к выпуску в водоем (озеро, водохранилище) заданной категории водопользования и требуемую эффективность очистки сточных вод от взвешенных веществ.
Характеристики водоема и сточных вод :
V- скорость течения воды в водоеме,
H - средняя глубина в месте выпуска.
Выпуск -глубинный, сосредоточенный,
Q - расход сточных вод.
Свв- концентрация взвешенных веществ в сточных водах до очистки,
Сф – фоновая концентрация взвешенных веществ в водоеме.

Задача №3.

Определить максимальную концентрацию загрязняющего вещества в водотоке на расстоянии L= 500 м от места выпуска сточных вод по схеме плоской задачи при следующих заданных параметрах:

$V_{ср}$ - средняя скорость течения ,

$H_{ср}$ - средняя глубина водотока ,

$B_{ср}$ - средняя ширина водотока ,

D - коэффициент турбулентной диффузии ,

$C_{Ф}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества ,

q - расход сточных вод ,

$C_{ст}$ - концентрация загрязняющего вещества в сточных водах ,

выпуск сточных вод- береговой.

Задача № 4.

Определить допустимое значение БПК $_{полн}$ сточных вод, разрешенное к сбросу, и необходимую степень очистки сточных вод по БПК $_{полн.}$ для водотока при следующих условиях:

Q - расход водотока ,

q - расход сточных вод ,

$V_{ср}$ средняя скорость течения водотока,

l - расстояние по форватеру от места выпуска сточных вод до

расчетного створа ,

γ - коэффициент смешения ,

$L_{в}$ - $БПК_{полн}$ воды водотока до места сброса сточных вод ,

$L_{ст}$ - $БПК_{полн}$ неочищенных сточных вод

константа скорости потребления кислорода водой водотока $к_{в}$=0.1,
константа скорости потребления кислорода сточной водой $к_{ст}$=0.16

Тема№8. Технологические схемы очистки сточных вод различного происхождения.

Задача №1. Материальный баланс узла фильтрования осадка.

Исходные данные:

- объем поступающего осадка: 1,71 $м^3$/сут;

-содержание взвешенных веществ: 100 кг/$м^3$.

-влажность обезвоженного осадка: 40-55%;

-содержание взвешенных веществ в фильтрате: 40-250 мг/л.

Сводная таблица материального баланса узла фильтрования осадка

Компоненты	Приход			Продукты	Расход		
	$м^3$/сут	кг/сут	кг/$м^3$		$м^3$/сут	кг/сут	кг/$м^3$
Сырой осадок, в т.ч: взвешенные вещества	1,71	171,0	100	Мехобезвоженный осадок, в т.ч. взвешенные вещества	0,34	170,5	500,0
				Сток, в т.ч: взвешенные вещества	1,369	0,20	0,15
Итого	1,71	171,0		Итого	1,71	170,7	

Рассчитать материальный баланс узла фильтрования осадка. Подобрать и начертить технологическую схему очистки сточных вод. Дать её описание.

Задача №2. Расчет узла нейтрализации.

Материальный баланс узла совместной нейтрализации хром-, циансодержащего и кислотно-щелочного стоков. Нейтрализация в производственных условиях осуществляется 1,5 % раствором известкового молока.

Исходные (производственные) данные:
-расход хромсодержащего стока –100,75 $м^3$/сут.,в том числе: $H2SO_4$–0,51 кг/сут., $Cr(SO4)_3$–19,59 кг/сут.;
-расход циансодержащего стока –50,79 $м^3$/сут.,в том числе: $Ca(OH)_2$–1,85кг/сут.;
-концентрация сопутствующих тяжелых металлов в объединенном хром-и циансодержащем стоке(производственные данные):

FeSO4–0,012 кг/$м^3$;
NiSO4–0,002 кг/$м^3$;
$CuSO_4$–0,003 кг/$м^3$;
ZnSO4–0,003 кг/$м^3$,расход кислотно-щелочного стока(pH –6,5)–200 м3/сут.,в том числе:

Cr2(SO4)3–0,00003 кг/$м^3$;
FeSO4–0,012 кг/$м^3$;$NiSO_4$–0,002 кг/$м^3$;
CuSO4–0,003 кг/$м^3$;$ZnSO_4$–0,003 кг/$м^3$.

Количество серной кислоты в кислотно-щелочном стоке:

$$G= C\cdot V_0,$$

где V_0–объем стоков, $м^3$/сут;
C – концентрация кислоты, г/л

Рассчитать материальный баланс узла нейтрализации. Определить схему очистки, зарисовать. Определить в какой области применяется данная схема.

Усредненный состав стоков, поступающих на нейтрализацию

Компоненты	Приход*			Компоненты	Расход*		
	$м^3$/сут	кг/сут	кг/$м^3$		$м^3$/сут	кг/сут	кг/$м^3$
1. Хромсодержащий сток, в т.ч:	100,75			Усредненный сток, в т.ч:	351,54		
H_2SO_4		0,51	0,005	H_2SO_4		0,513	0,0015
$Cr(SO_4)_3$		19,59	0,194	$Ca(OH)_2$		1,85	0,005
2. Циансодержащий сток, в т.ч:	50,79			$Cr(SO_4)_3$		19,596	0,056
$Ca(OH)_2$		1,85	0,036	$FeSO_4$		4,21	0,012
3. Тяжелые металлы в объединенном хром-и циансодержащем стоке:				$NiSO_4$		0,70	0,002
$FeSO_4$				$CuSO_4$		1,05	0,003
$NiSO_4$		1,81	0,012	$ZnSO_4$		1,05	0,003
$CuSO_4$		0,30	0,002				
$ZnSO_4$		0,45	0,003				
		0,45	0,003				
4. Кислотно-щелочной сток, в т.ч:	200						
H_2SO_4							
Тяжелые металлы:		0,0031	0,00001				
$Cr_2(SO_4)_3$							
$FeSO_4$		0,006	0,00003				
$NiSO_4$		2,40	0,012				
$CuSO_4$		0,40	0,002				
$ZnSO_4$		0,60	0,003				
		0,60	0,003				
Итого:	351,54	28,97			351,54	28,97	

Процессы и аппараты защиты окружающей среды в области обращения с отходами (7 семестр).

Темы для рефератов.

1. Виды энергетического воздействия на окружающую среду.

2. Твердые бытовые отходы (ТБО).

3. Основные требования, устройства и оборудование для транспортирования промышленных отходов.

4. Переработка металлургических шлаков.

5. Способы переработки отходов черной и цветной металлургии.

6. Обезвоживание и обогащение Гидрометаллургическая переработка.

7. Пирометаллургические методы переработки отходов металлургии.

8. Основные схемы и оборудование для утилизации металлолома.

9. Утилизация золошлаковых и кремнеземистых материалов.

10. Переработка отходов производства неорганических вяжущих, строительных материалов и химических производств.

11. Утилизация отходов переработки нефти и нефтепродуктов.

12. Переработка и утилизация отходов производства пластмасс.

13. Переработка и утилизация резиновых и резинотканевых отходов.

14. Утилизация древесных отходов.

15. Химическая переработка древесины.

16. Методы утилизации твёрдых бытовых отходов.

17. Требования к устройству и эксплуатации полигонов для захоронения промышленных и бытовых отходов.

18. Особенности захоронения, переработки и утилизации токсичных и радиоактивных отходов.

19. Основные виды энергетического воздействия на окружающую среду.

20. Использование вторичных энергетических ресурсов.

Оценивание доклада осуществляется следующим образом:

Критерии оценки реферата	*Количество баллов*
Задание выполнено в полном объеме	0-5
Использование новых источников литературы	0-3
Наличие пояснений (анализа), вывода по теме реферата	0-3
Применение понятийного аппарата, профессиональной терминологии	0-3
Итого	0-14

7-14 баллов (50-100%) - оценка «зачтено»

0-6 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Министерство науки и образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Расчетно-графическая работа
Вариант №…

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Студент ……

Екатеринбург, 2019

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Министерство науки и образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Реферат на тему…

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Студент _____
(Ф.И.О)

Группа:

Критерии оценивания:

Критерии оценки расчетно-графических работ	*Количество баллов*
Правильный порядок проведения расчётов	0-7
Правильность выбора исходной информации	0-3
Верность расчетов	0-3
Логичность заключения	0-3
Итого	0-16

8-16 баллов (50-100%) - оценка «зачтено»

0-7 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»



УТВЕРЖДАЮ

И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки

20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)

Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Медведева И.В., профессор, к.ф.-м.н., Студенок А.Г., доцент, к.т.н., Коновалов И.В..

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Содержание

Общие методические указания по выполнению контрольных работ 3
1.Требования к выполнению контрольных работ. 4
1.1. Расчетно-графическая работа....4
1.2. Реферат. 4
2. Структура расчетно-графических работ. 5
3. Варианты заданий. 6
Процессы и аппараты защиты *атмосферного воздуха* (6 семестр)....6
Процессы и аппараты защиты водных ресурсов (8 семестр). 43
Процессы и аппараты защиты окружающей среды в области обращения с отходами (7 семестр). .47
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 49
ПРИЛОЖЕНИЕ 2 50

Общие методические указания по выполнению контрольных работ

Самостоятельная работа студента очной, очно-заочной формы обучения предусматривает изучение программного теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, выполнение индивидуальной контрольной работы и подготовку к экзамену/зачёту. Данные методические указания помогут студентам правильно организовать работу по подготовке, написанию и защите контрольной работы по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды».

Для каждого семестра предусмотрен свой вид контрольной работы. Контрольная работа является формой самостоятельной работы студента и включает в себя решение задач по расчету аппаратов, предназначенных для защиты окружающей среды. Контрольная работа представляется на проверку преподавателю в указанные сроки.

После выполнения и защиты лабораторных работ, заданий практических занятий и контрольной работы студент допускается к зачету/экзамену.

Лабораторные работы, проверенные, защищенные студентом и зачтенные преподавателем, предъявляются экзаменатору. При сдаче зачета необходимо показать знания по дисциплине в объеме программы дисциплины, умение проводить необходимые расчеты, давать пояснения по выполненной контрольной работе.

1.Требования к выполнению контрольных работ.

1.1. Расчетно-графическая работа.

К расчетно-графической работе студента предъявляются следующие требования:

1. Номер варианта расчетно-графической работы должен обязательно быть указан на титульном листе.
2. Работа выполняется в тетради (объемом 12 листов) или печатается на листах формата А4. Примерный объем контрольной работы – 10-12 страниц машинописного текста (шрифт Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал – 1,5) Пример титульного листа указан в ПРИЛОЖЕНИИ 1.
3. Перед ответом на вопросы задания необходимо записать полное условие задания расчетно-графической работы.
4. Ответы должны быть четкими, конкретными и полностью соответствовать условиям заданий.
5. В конце каждого ответа следует написать обобщающий вывод и использованную литературу с указанием страниц, содержащих изложенную в ответе информацию.

Уровень выполнения расчетно-графической работы оценивается как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Контрольная работа в случае оценки «неудовлетворительно» возвращается студенту для исправления и доработки. Студенты, успешно выполнившие контрольную работу, допускаются к экзамену.

1.2. Реферат.

Реферат должен включать 3 раздела:

1 - проблемный - практический (анализ, обзор, творческое изложение статей ученых на выбранную тему в научных журналах за два года (текущий и предшествующий),

2 - собственное мнение на выделенную проблему; 3 - список научной литературы по выбранной теме.

Название реферата, с указанием ФИО автора должен обязательно быть указан на титульном листе.

Работа выполняется в тетради (объемом не более 25 листов) или печатается на листах формата А4. Примерный объем не более 25 страниц машинописного текста (шрифт Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал – 1,5). Пример титульного листа указан в ПРИЛОЖЕНИИ 2..

Рефераты, не соответствующие данным требованиям, а также написанные небрежным и непонятным почерком, на проверку не принимаются.
Уровень выполнения контрольной работы оценивается как «зачтено» или «не зачтено». Контрольная работа, получившаяся отметку «не зачтено» возвращается студенту для исправления и доработки. Студенты, успешно выполнившие контрольную работу, допускаются к зачёту.

2. Структура расчетно-графических работ.

При выполнении расчетно-графической работы необходимо придерживаться следующей структуры:

- титульный лист;
- введение;
- расчетная часть;
- заключение;
- список использованной литературы.

Титульный лист является первой страницей расчетно-графической работы. Образец его оформления приведен в Приложении 1.

Во введении содержатся общие сведения о выполненной работе (0,5-1 с.).

В расчетной части студент должен показать умение применять полученную информацию и формулы, рассчитывать показатели, делать на их основе аргументированные выводы.

Условия задач в расчетной части должны быть приведены полностью. Решение задач следует сопровождать развернутыми расчетами, анализом и выводами.

Задачи, в которых даны только ответы без промежуточных вычислений, считаются нерешенными.

Все расчеты относительных показателей нужно производить с принятой точностью вычислений: коэффициенты - до 0,001, а проценты - до 0,1.

Следует обратить особое внимание на выводы, которые должны обоснованы на получившихся результатах.

В заключении расчетно-графической работы (1 с.) в краткой форме резюмируются результаты работы.

Расчетно-графические работы, не соответствующие данным требованиям, а также написанные небрежным и непонятным почерком, на рецензирование не принимаются.

3. Варианты заданий.

Процессы и аппараты защиты *атмосферного воздуха* (6 семестр)
Лабораторная работа №1. «Расчет эффективности очистки воздуха в пылеосадительной камере»

Исходные данные:

Объемный расход газа (Vг), $м^3/с$ - 12

Длина камеры (L), м - 22

Ширина камеры (B), м - 4,5

Плотность частиц пыли ($\rho_ч$), кг/м3 - 2200

Плотность газа (ρ), кг/м3 - 1,2

Кинематическая вязкость газа (μ), Па/с - 0,0000222

Дисперсный состав пыли, %:

- 100 – 80 мкм - 30
- 80 – 60 мкм - 45
- 60 – 40 мкм - 10
- 40 – 20 мкм - 10
- 20 – 0 мкм - 5

1.Расчет скорости осаждения частиц пыли.

Для каждой фракции частиц рассчитывается значение критерия Архимеда (Ar) по уравнению (1.5). При расчете за диаметр частицы (d) принимается среднее значения диаметра частиц i—ой фракции (d_i).

Для фракции частиц 100 – 80 мкм:

$$d = \frac{100+80}{2}\cdot 10^{-6} = 0{,}00009 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00009^3 (2200-1{,}2)\cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2}\cdot 9{,}8 = 38{,}25$$

Для фракции частиц 80 – 60 мкм:

$$d = \frac{80+60}{2}\cdot 10^{-6} = 0{,}00007 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00007^3 (2200-1{,}2)\cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2}\cdot 9{,}8 = 17{,}99$$

Для фракции частиц 60 – 40 мкм:

$$d = \frac{60+40}{2}\cdot 10^{-6} = 0{,}00005 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00005^3 (2200 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 6{,}56$$

Для фракции частиц 40 – 20 мкм:

$$d = \frac{40 + 20}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00003 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00003^3 (2200 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 1{,}42$$

Для фракции частиц 20 – 0 мкм:

$$d = \frac{20 + 0}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00001 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00001^3 (2200 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 0{,}052$$

Результаты расчета критерия Ar записывают в таблицу 1.1.

Для каждой фракции частиц пыли по вычисленному значению критерия Ar рассчитывают значение критерия Рейнольдса (Re) (уравнения 1.6 – 1.8) и скорости осаждения частиц пыли (v_{oc}) (уравнение 1.4).

Для фракции частиц 100 – 80 мкм:

Ar = 38,25

$Re=0{,}152 \cdot Ar^{0{,}715} = 0{,}152 \cdot 38{,}25^{0{,}715} = 2{,}058$

$$v_{oc} = \frac{Re \cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{2{,}058 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00009 \cdot 1{,}2} = 0{,}423 м / с$$

Для фракции частиц 80 – 60 мкм:

Ar = 17,99

$Re=0{,}056 \cdot Ar = 0{,}056 \cdot 17{,}99 = 1{,}008$

$$v_{oc} = \frac{Re \cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{1{,}008 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00007 \cdot 1{,}2} = 0{,}266 м / с$$

Для фракции частиц 60 – 40 мкм:

Ar = 6,56

$Re=0{,}056 \cdot Ar = 0{,}056 \cdot 6{,}56 = 0{,}367$

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{0{,}367 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00005 \cdot 1{,}2} = 0{,}136 м/с$$

Для фракции частиц 40 – 20 мкм:

Ar = 1,42

Re=0,056·Ar = 0,056·1,42 = 0,08

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{0{,}08 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00003 \cdot 1{,}2} = 0{,}049 м/с$$

Для фракции частиц 20 – 0 мкм:

Ar = 0,052

Re=0,056·Ar = 0,056·0,052 = 0,0029

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{0{,}0029 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00001 \cdot 1{,}2} = 0{,}0054 м/с$$

Результаты расчета критерия Re и скорости осаждения для частиц пыли записывают в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. - Результаты расчета скорости осаждения частиц пыли

Средний диаметр частиц i-ой фракции (d_i), м	Критерий Архимеда (Ar)	Критерий Рейнольдса (Re)	Скорость осаждения частиц пыли, м/с (v_{oc})
0,00009	38,25	2,058	0,423
0,00007	17,99	1,008	0,266
0,00005	6,56	0,367	0,136
0,00003	1,42	0,08	0,049
0,00001	0,052	0,0029	0,0054

2. Расчет эффективности очистки газа от пыли.

Значения фракционной эффективности (ηi) очистки газа для каждой фракции частиц пыли рассчитывается по уравнению (1.3):

$$\eta_i = \frac{v_{oc_i} \cdot L \cdot B}{V_г} \cdot 100,\%,$$

где Vг – объемный расход газа ($м^3/с$);
L – длина камеры, м;
B – ширина камеры, м;
H – высота камеры, м;
v_{oc} – скорость осаждения частицы, м/с.

Если расчетное значение превышает 100%, то фактическое значение фракционной эффективности принимается равное 100%.

Для фракции частиц 100 – 80 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}423 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 349\%$$

Принимаем значение η = 100%

Для фракции частиц 80 – 60 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}266 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 219{,}7\%$$

Принимаем значение η = 100%

Для фракции частиц 60 – 40 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}136 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 112{,}1\%$$

Принимаем значение η = 100%

Для фракции частиц 40 – 20 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}049 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 40{,}36\%$$

Для фракции частиц 20 – 0 мкм:

$$\eta_i = \frac{0{,}0054 \cdot 22 \cdot 4{,}5}{12} \cdot 100 = 4{,}48\%$$

Результаты расчета записываются в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - Результаты расчета эффективности очистки газа от пыли

Средний диаметр частиц i-ой фракции, м	0,00009	0,00007	0,00005	0,00003	0,00001
Фракционная эффективность очистки, %	100	100	100	40,36	4,48
Общая эффективность очистки газа от пыли, %	89,26				

Общая эффективность очистки газа от пыли в пылеосадительной камере рассчитывается по уравнению (1.9):

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta_{i,} \%,$$

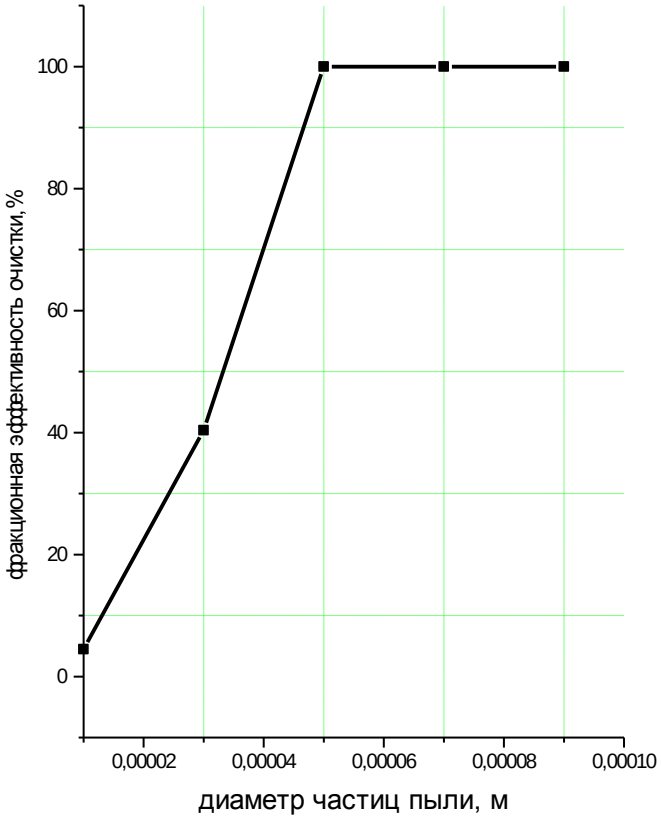
где Pi – содержание i-ой фракции частиц пыли, %

ηi – эффективность улавливания i-ой фракции частиц, доли единицы.

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta_i = 30 \cdot 1 + 45 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 0{,}4036 + +5 \cdot 0{,}0448 = 89{,}26\%$$

Результат расчета записывается в таблицу 1.2.

По данным таблицы 1.2 строится график зависимости фракционной эффективности очистки газа в зависимости от диаметра частиц пыли.



Зависимость фракционной эффективности очистки газа в пылеосадительной камере от диаметра частиц пыли.

Лабораторная работа №2 «Инженерный расчет циклона»

Исходные данные:

Исходные данные для расчета:

1. Объемный расход газа, $м^3/с$ (V) – 15,0
2. Начальная (Сн) запыленность газа, $г/м^3$ – 45,0
3. Конечная (Ск) запыленность газа, $г/м^3$ – 8,0
4. Плотность частиц пыли (ρч), $кг/м^3$ – 2500
5. Плотность газа (ρг), $кг/м^3$ – 1,2
6. Дисперсный состав пыли, %:

- 60-80 мкм – 5,0
- 40-60 мкм – 20,0
- 20-40 мкм – 30,0
- 10-20 мкм – 15,0
- 5-10 мкм – 15,0
- 0-5 мкм – 15,0

1. Расчет величины требуемой эффективности очистки газа в циклоне.

Расчет требуемой эффективности очистки производится по уравнению:

$$\eta = \frac{C_H - C_K}{C_H} \cdot 100 \ , \%$$

где C_H, C_K – соответственно запыленность газа на входе и выходе из циклона, $г/м^3$.

$$\eta = \frac{45-8}{45} \cdot 100 = 82{,}2\%$$

2.Определение характеристик дисперсности пыли.

Для определения d_{50} (медианный диаметр частиц пыли) и $\lg\delta_\eta$ (стандартное отклонение диаметра частиц от медианного диаметра) выполняется графическая обработка данных по дисперсному составу пыли.

По исходным данным, характеризующим дисперсный состав улавливаемой в циклоне пыли, рассчитывается ее дисперсный состав по «полным проходам» частиц для среднего диаметра частиц фракций.

Средний размер частиц фракции, мкм	Относительное содержание, %	Суммарное содержание частиц, %
2,5	5	15
7,5	15	30
15	15	45
30	30	75
50	20	95
70	5	100

По полученным данным строится график дисперсного состава пыли по «полным проходам» частиц и определяем значения d_{50} и d_{84} (рисунок 2.1):

d_{50} = 17,7 мкм
d_{84} = 39,15 мкм

Значение $lg\delta_\eta$ определяется по уравнению:
$lg\delta_\eta = lgd_{84} - lgd_{50}$,

$lg\delta_\eta = lg39{,}15 - lg17{,}7 = 1{,}59 - 1{,}25 = 0{,}34$

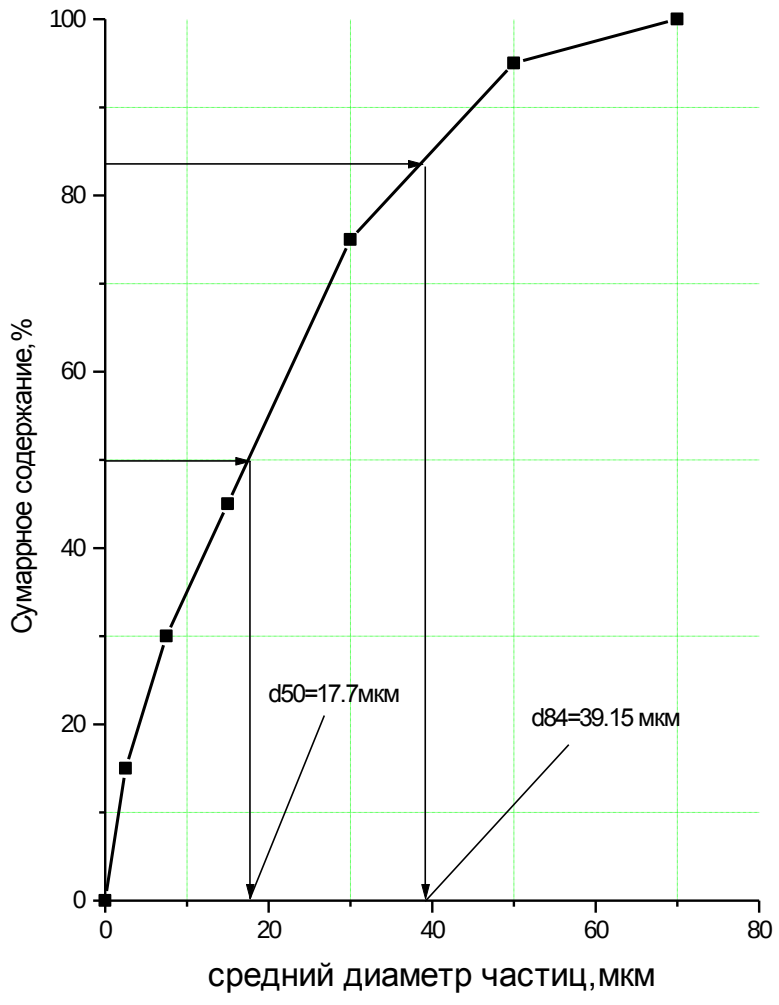


Рисунок 2.1. Дисперсный состав пыли по «полным проходам»

3. Выбор типа циклона.

По значению d_{50} и данным таблицы 2.1. выбирают тип циклона.

Принимаем циклон ЦН – 24. Для этого циклона значение $d^{т} = 8,5$ мкм, $lg\delta_{\eta}^{т} = 0,308$, $w_{опт} = 4,5$ м/с.

4.Расчет диаметра циклона.

Диаметр цилиндрической части циклона рассчитывается по уравнению 2.2:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0.785 \cdot w_{опт} \cdot n}}, \text{ м}$$

$$D = \sqrt{\frac{15}{0.785 \cdot 4.5 \cdot 1}} = 2.06 м$$

Рассчитанное значение диаметра округляют до ближайшего значения типоразмерного ряда ($D_т$): **200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400 и 3000 мм.**

Для условий расчета принимаем Dт =2000 мм (2,0 м).

5.Расчет фактической скорости газа в циклоне ($w_ф$).

Расчет фактической скорости газа в циклоне производится по уравнению (2.3):

$$w_ф = \frac{V}{0.785 \cdot D_T^2 \cdot n}, \text{ м/с}$$

$$w_ф = \frac{15}{0.785 \cdot 2^2 \cdot 1} = 4.78 м/с$$

6.Расчет гидравлического сопротивления циклона.

Гидравлическое сопротивление циклона рассчитывается по уравнению:

$\Delta p = 0,5 \cdot \zeta \cdot \rho \cdot w_ф^2$, Па

где ρ - плотность газа при рабочих условиях, кг/м^3;

Коэффициент гидравлического сопротивления ξ рассчитывается по уравнению:

$\xi = К \cdot \xi_{500}$,

где К – поправочный коэффициент, учитывающий запыленность газа (таблица 2.2);

ξ_{500} – коэффициент гидравлического сопротивления типового циклона (таблица 2.3).

$\xi = К \cdot \xi_{500}$

$\xi = 0,9 \cdot 80 = 72$

$\Delta p = 0,5 \cdot 72 \cdot 1,2 \cdot 4,78^2 = 987,0$ Па

7. Определение фактической эффективности очистки газа в циклоне.

По уравнению (2.6) рассчитывают диаметр частиц, улавливаемых на 50% при фактических условиях работы циклона (d). При расчете принимают для типового циклона следующие значения параметров:

$D_т^т$ = 600 мм, $\rho_ч^т$ = 1930 кг/м^3; $\mu^т = 22{,}2 \cdot 10^{-6}$ Па·с; $w_{опт}$ = 3,5 м/с.

$$d = d^T \sqrt{\frac{D_T \rho^T{}_ч \cdot \mu \cdot w_{опт}}{D_T^T \cdot \rho_ч \cdot \mu^T \cdot w_ф}} = 8{,}5\sqrt{\frac{2000 \cdot 1930 \cdot 22{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot 3.5}{600 \cdot 2500 \cdot 22.2 \cdot 10^{-6} \cdot 4.78}} = 11.67 мкм$$

По уравнению (2.5) рассчитывают значение параметра **X:**

$$x = \frac{\lg(d_{50}/d)}{\sqrt{\lg^2 \delta_\eta{}^T + \lg^2 \delta_\eta}} = \frac{\lg(17{,}7/11{,}67)}{\sqrt{0{,}308^2 + 0{,}33^2}} = 0.398$$

Затем по графикам на рисунке 2.4 и 2.5 определяют значение функции распределения **Ф(x).**

По уравнению 2.4 рассчитывают эффективность очистки от пыли для выбранного типа циклона:

По значению параметра X=0,398 определяем значение функции Ф(X) (рисунок 2.2).

Ф(X) = 0,655

Эффективность очистки газа в циклоне при заданных условиях определяется по уравнению 2.4:

$\eta = 0{,}5[1 + \Phi(x)] \cdot 100$, %

$\eta = 0{,}5[1 + 0{,}655] \cdot 100 = 82{,}75\%$

Результаты расчета циклона записывают в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты расчета циклона

Тип циклона	ЦН-24
Действительная скорость газа в циклоне, м/с	4,78
Диаметр циклона, мм	2000
Гидравлическое сопротивление циклона, Па	978,0
Расчетная эффективность очистки, %	82,75

Лабораторная работа №3 «Инженерный расчет полого форсуночного скруббера».

Исходные данные для расчета:

1. Объемный расход газа (V), $м^3/с$ - 10,0;
2. Начальная запыленность газа (Сн), $г/м^3$ -10,0;
3. Плотность частиц пыли (ρч), $кг/м^3$ – 3000;
4. Плотность газа (ρг), $кг/м^3$ - 1,2;
5. Плотность орошающей жидкости (ρж), $кг/м^3$ – 1000;
6. Вязкость газа (μ),Па·с – $2,22 \cdot 10^{-5}$;
7. Дисперсный состав пыли, %:
   - 0-2 мкм - 10,0
   - 2-5 мкм - 35,0
   - 5-10 мкм - 35,0
   - 10-20 мкм - 15,0
   - 20-30 мкм - 5,0

1.**Определение диаметра и высоты скруббера.**

Используя уравнения (3.1) рассчитывают диаметр скруббера. Для предотвращения каплеуноса линейная скорость газа (w) принимается не более 2 м/с :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w}}, м$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3.14 \cdot 2}} = 2,52 м$$

Принимаем диаметр скруббера 2,5 м (2500 мм).

Высота скруббера (Н) рассчитывается по уравнению (3.2):
Н = 2,5·D, м
Н = 2,5·2,5 = 6,25 м.
Принимаем высоту скруббера равную 6,3 м (6300 м).

2. Определение расхода орошающей жидкости.

Расход жидкости, подаваемой на орошение аппарата (Vж) определяется по уравнению (3.3):

$Vж = m \cdot V$, $м^3/с$

Удельный расход орошающей жидкости (m) выбирается в зависимости от начальной запыленности газа (см. раздел 3.1). Для заданных условий начальной запыленности газа 10 г/м3 принимаем значение m = 0,006 $м^3/м^3$ газа.

$Vж = 0,006 \cdot 10 = 0,06$ $м^3/с$

3.Расчет эффективности захвата частиц пыли каплями воды.

По уравнениям (3.7 и 3.6) рассчитывают значения критерия Стокса (Stk) и эффективность захвата каплями жидкости частиц пыли ($\eta_з$) для каждой фракции улавливаемой пыли. При расчете критерия Стокса принят средний диаметр капель орошающей жидкости ($d_к$) равный $1 \cdot 10^{-3}$ м (1 мм).

Фракция 0 – 2 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 1$ мкм или $1 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(1 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.015$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 0.015^2 / (0.015 + 0.35)^2 = 0.0017$$

Фракция 2 – 5 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 3{,}5$ мкм или $3{,}5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(3.5 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.18$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 0.18^2 / (0.18 + 0.35)^2 = 0.119$$

Фракция 5 – 10 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 7{,}5$ мкм или $7{,}5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(7.5 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.84$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 0.84^2 / (0.84 + 0.35)^2 = 0.50$$

Фракция 10 – 20 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 15$ мкм или $15 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(15 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 3.38$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 3.38^2 / (3.38 + 0.35)^2 = 0.82$$

Фракция 20 – 30 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 25$ мкм или $25 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(25 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 9.38$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 9.38^2 / (9.38 + 0.35)^2 = 0.93$$

Результаты расчета записывают в таблицу 3.1.

Таблица 3.1.- Результаты расчета эффективность захвата частиц пыли каплями воды ($\eta_{зi}$)

Фракция	Средний диаметр частиц i-ой фракции, м ($d_{чi}$)	Критерий Стокса (Stk_i)	Эффективность захвата каплями ($\eta_{зi}$)
0-2 мкм	1	0,015	0,0017
2-5 мкм	3,5	0,18	0,119
5-10 мкм	7,5	0,84	0,5
10-20 мкм	15	3,38	0,82
20-30 мкм	25	9,38	0,93

4.Определение фракционной эффективности улавливания частиц пыли (ηi). Расчет фракционной эффективности для частиц пыли различных фракций производится по уравнению (3.5). Предварительно рассчитывают скорость осаждения капель орошающей жидкости ($\nu_{ос}$).

Для определения $\nu_{ос}$ рассчитывают значение критерия Архимеда (Ar) для капель жидкости диаметром $d_к$:

$$Ar = \frac{d_к^{\,3}(\rho_{ж} - \rho_{г}) \cdot \rho_{г}}{\mu^2} \cdot g = \frac{(1 \cdot 10^{-3})^3 (1000 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{(2{,}22 \cdot 10^{-5})^2} \cdot 9{,}8 = 23833$$

По значению критерия Ar рассчитывают величину критерия Рейнольдса (Re):

- $Re = 0.056 \cdot Ar$ (при $Ar < 20$);
- $Re = 0.152 \cdot Ar^{0,715}$ ($Ar = 20 – 345\,000$);
- $Re = 1.74 \cdot Ar^{0,5}$ (при $Ar > 345000$).

Для полученного значения Ar = 23833 значение критерия Re равно:

$Re = 0.152 \cdot 23833^{0.715} = 204.9$

По вычисленному значению Re определяют скорость осаждения капель орошающей жидкости:

$$\nu_{ос} = \frac{Re \cdot \mu}{d_к \cdot \rho_{г}} = \frac{204{,}9 \cdot 2{,}22 \cdot 10^{-5}}{1 \cdot 10^{-3} \cdot 1{,}2} = 3{,}79 м/с$$

Эффективность улавливания фракция 0 – 2 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.0017 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 0{,}088$$

Эффективность улавливания фракция 2 – 5 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.119 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Эффективность улавливания фракция 5 – 10 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.5 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Эффективность улавливания фракция 10 – 20 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.82 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Эффективность улавливания фракция 20 – 30 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.93 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Результаты расчета записываются в таблицу3.2.

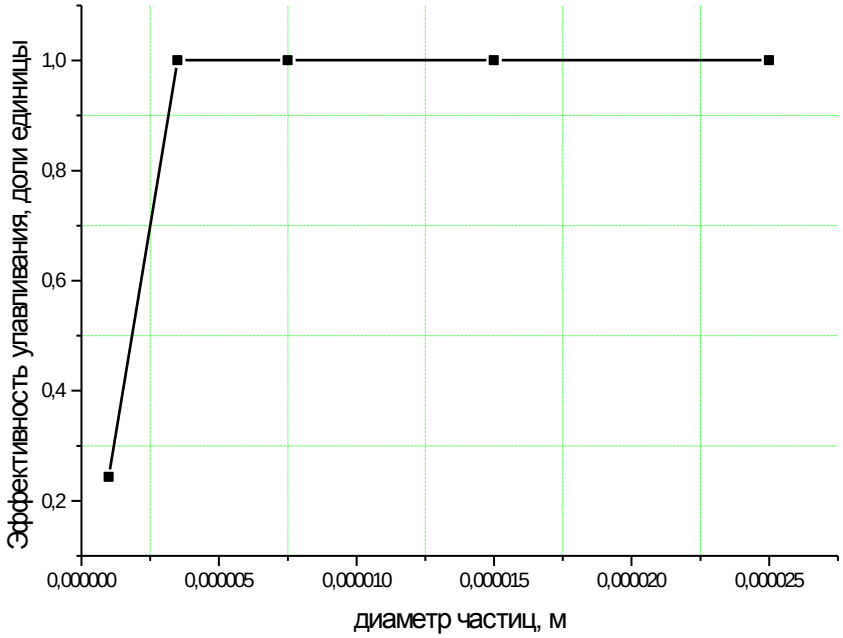
Таблица 3.2.- Результаты расчета фракционной эффективности улавливания частиц пыли

Фракция	ηi, фракционная эффективность,дол.ед.
0-2 мкм	0,088
2-5 мкм	1,0
5-10 мкм	1,0
10-20 мкм	1,0
20-30 мкм	1,0

По результатам расчета (таблица 3.2) строят график зависимости фракционной эффективности улавливания от диаметра частиц.

5.Определение общей эффективности улавливания пыли в скруббере (η). Общая эффективность очистки газа от пыли рассчитывается по уравнению (3.4):

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta_i = 0.088 \cdot 10 + 1 \cdot 35 + 1 \cdot 35 + 1 \cdot 15 + 1 \cdot 5 = 90.88\%$$



Зависимость эффективности улавливания от диаметра частиц пыли

Лабораторная работа №4 «Инженерный расчет скруббера Вентури»

Исходные данные для расчета:

1. Объемный расход газа (V), $м^3/с$ -10,0;
2. Линейная скорость газа:
   - входное сечение конфузора (wк), м/с – 12;
   - горловина(wг), м/с – 120;
   - выходное сечение диффузора (wд), м/с – 16;
3. Угол сужения конфузора ($\alpha 1$) - 28^o;
4. Угол раскрытия диффузора ($\alpha 2$) - 7^o;
5. Начальная запыленность газа (Сн), $г/м^3$ - 45,0
6. Плотность частиц пыли ($\rho ч$), $кг/м^3$ – 2500
7. Плотность газа ($\rho г$), $кг/м^3$ - 1,2
8. Плотность жидкости ($\rho ж$), $кг/м^3$ - 1000
9. Удельный расход орошающей жидкости (m), $м^3/м^3$ газа - 0,0012 $м^3/м^3$;
10. Дисперсный состав пыли, %:
    - 0-1 мкм - 30,0;
    - 1-2 мкм - 45,0;
    - 2-5 мкм - 15,0;
    - 5-10 мкм - 5,0;
    - 10-20 мкм - 5,0.

1.Расчет основных конструктивных размеров трубы Вентури.

Диаметры входного сечения конфузора, горловины и выходного сечения трубы Вентури рассчитываются исходя из заданного расхода газа и линейной скорости газа в отдельных частях трубы:

Диаметр входного сечения конфузора:

$$D_к = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3{,}14 \cdot 12}} = 1{,}03 м$$

Диаметр горловины:

$$D_г = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_г}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3{,}14 \cdot 120}} = 0{,}33 м$$

Диаметр выходного сечения диффузора:

$$D_д = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_д}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3{,}14 \cdot 16}} = 0{,}89 м$$

Длина конфузора, горловины и диффузора рассчитываются по уравнениям (4.1 - 4.3).

Длина конфузора (lк):

$$l_к = \frac{(D_к - D_г)}{2tg(\alpha_1/2)} = \frac{1.03 - 0.33}{2tg\left(\frac{28}{2}\right)} = 1{,}4м$$

Длина горловины (lг):

$l_г = 0{,}5\ D_г = 0{,}5 \cdot 0{,}33 = 0{,}165$ м

Длина диффузора (l∂)

$$l_∂ = \frac{(D_∂ - D_г)}{2tg(\alpha_2/2)} = \frac{0.89 - 0.33}{2tg\left(\frac{7}{2}\right)} = 4.6м$$

Результаты расчета записываются в таблицу.

Таблица - Результаты расчета основных конструктивных размеров трубы Вентурри.

Конструктивный размер	Значение
Диаметр входного сечения конфузора, м	1,03
Длина конфузора, м	0,33
Диаметр горловины, м	0,89
Длина горловины, м	1,4
Диаметр выходного сечения диффузора, м	0,165
Длина диффузора, м	4,6

2.Расчет эффективности очистки газа в трубе Вентури.

Для расчета эффективности очистки по уравнению (4.10) предварительно рассчитывают средний диаметр капель жидкости, распыляемой в трубе Вентури:

$$d_к = \left(\frac{4860}{w_г} + 16{,}3 \cdot m^{1{,}5} \right) \cdot 10^{-6} = \left(\frac{4860}{120} + 16{,}3 \cdot 0{,}0012^{1{,}5} \right) \cdot 10^{-6} = 0{,}000041м$$

По уравнению (4.9) для каждой фракции частиц улавливаемой пыли рассчитывается фракционная эффективность очистки.

Эффективность улавливания фракция 0 – 1 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 0,5 мкм или $5 \cdot 10^{-7}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (5 \cdot 10^{-7})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4{,}1 \cdot 10^{-5}} = 4{,}68$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 0,0012\sqrt{4,68}} = 0,977$$

Эффективность улавливания фракция 1 – 2 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 1,5 мкм или $1,5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (1,5 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4.1 \cdot 10^{-5}} = 42,09$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{42,09}} = 0,999$$

Эффективность улавливания фракция 2 – 5 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 3,5 мкм или $3,5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (3,5 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4.1 \cdot 10^{-5}} = 229,14$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{229,14}} = 1,0$$

Эффективность улавливания фракция 5 – 10 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 7,5 мкм или $7,5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (7,5 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4,1 \cdot 10^{-5}} = 1052,17$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{1052,17}} = 1,0$$

Эффективность улавливания фракция 10 – 20 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 15 мкм или $15 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (15 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4,1 \cdot 10^{-5}} = 4208,68$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000C \cdot m\sqrt{Stk}} = 1 - e^{-10001.45 \cdot 1,2 \cdot \sqrt{4208,68}} = 1,0$$

Общая эффективность очистки газа от пыли в скруббере Вентури рассчитывается по уравнению (2.22):

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta = 30 \cdot 0.977 + 45 \cdot 0.999 + 15 \cdot 1{,}0 + 5 \cdot 1{,}0 + 5 \cdot 1{,}0 = 99{,}3\%$$

Общая эффективность очистки газа от пыли рассчитывается по уравнению (4.8). Результаты расчета записываются в таблицу.

Таблица - Результаты расчета фракционной эффективности улавливания частиц пыли

Фракция, мкм (мм)	ηi, фракционная эффективность, дол.ед.
0,5 мкм ($5 \cdot 10^{-7}$ м)	0,977
1,5 мкм ($1{,}5 \cdot 10^{-6}$ м)	0,999
3,5 мкм ($3{,}5 \cdot 10^{-6}$ м)	1,0
7,5 мкм ($7{,}5 \cdot 10^{-6}$ м)	1,0
15 мкм ($15 \cdot 10^{-6}$ м)	1,0

3. Расчет гидравлического сопротивления трубы Вентурри.

Коэффициент гидравлического сопротивления сухой трубы определяется по уравнению (4.6):

$$\zeta_c = 0{,}165 + 0{,}034 \cdot (l_г / D_г) \cdot [0{,}06 + 0{,}028 \cdot (l_г / D_г)] \cdot M$$

$$\zeta_c = 0{,}165 + 0{,}034 \cdot (0.165 / 0.33) \cdot [0{,}06 + 0{,}028 \cdot (0.165 / 0.33)] \cdot 0.120 / 340 =$$
$$= 0.165$$

Гидравлическое сопротивление сухой трубы Вентури определяется по формуле (4.5):

$$\Delta p_г = \frac{\zeta_с \, w_г^2 \, \rho_г}{2} = \frac{0.165 \cdot 120^2 \cdot 1.2}{2} = 1429{,}4 Па$$

Коэффициент гидравлического сопротивления, учитывающий ввод в трубу распылитель орошающей жидкости (уравнение 4.7):

$$\zeta_ж = A \cdot m^{1+B}$$

$$A = 1{,}68 \, (l_г / d_г)^{0{,}29} = 1{,}68 \cdot (0{,}165/0{,}33)^{0{,}29} = 1{,}37$$

$(1 + B) = 1 – 1{,}12\ (l_г / d_г)^{-0{,}045} = 1\text{-}1{,}12 \cdot (0{,}165/0{,}33)^{-0{,}045} = -0{,}15$

$$\zeta_{ж} = 0.137 \cdot 0.0012^{-0.155} = 3{,}91$$

Гидравлическое сопротивление, обусловленное вводом орошающей жидкости, определяется по формуле (см. уравнение 4.7):

$$\Delta\rho_{ж} = \zeta_{ж} \cdot (w_г^2 \cdot \rho_{ж} / 2) \cdot m = 3{,}91 \cdot \left(120^2 \cdot 1000 / 2\right) \cdot 0.0012 = 33780{,}7\,Па$$

Полное гидравлическое сопротивление трубы Вентурри:

$\Delta p = \Delta p_г + \Delta p_ж = 1429{,}4 + 33780{,}7 = 35210{,}1$ Па

Результаты расчета гидравлического сопротивления трубы Вентури.

Параметр	Значение
Гидравлическое сопротивление сухой трубы, Па	1429,4
Гидравлическое сопротивление, обусловленное вводом орошающей жидкости, Па	33780,7
Полное гидравлическое сопротивление, Па	35210,1

Лабораторная работа №5 «Инженерный расчет абсорбера для очистки газов»

Насадочный абсорбер

Исходные данные для расчета:

1.Объемный расход газа, $м^3/с$ (V)	– 30,0
2.Улавливаемое вещество	- HF (фтористый водород)
3.Абсорбент	– раствор карбоната натрия Na_2CO_3 (10%)
4. Начальная ($У_1$) концентрация загрязняющего вещества на входе в абсорбер, $кг/м^3$	– 0,2
5. Конечная концентрация загрязняющего вещества на выходе из абсорбера ($У_2$), $кг/м^3$	– 0,008
6. Начальная (X_1) концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$	– 3,0
7. Конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте (X_2), $кг/м^3$	– 33,0
8.Плотность газа ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 1,29
9.Вязкость газа ($\mu_г$), Па·с	– 0,000022
10.Плотность абсорбента ($\rho_ж$), $кг/м^3$	– 1100
11.Вязкость абсорбента ($\mu_ж$), Па·с	– 0,001
12.Применяемая насадка	– Кольца Паля керамические

1. Определение расхода абсорбента.

Объемный расход абсорбента (L) находится по уравнению (5.1):

$$L = V\frac{Y_1 - Y_2}{X_2 - X_1} = 30 \cdot \frac{0.2 - 0.008}{33 - 3} = 0.192 \text{, } м^3/с$$

где V – расход газовой смеси, $м^3/с$;

Y_1, Y_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в газовой смеси, $кг/м^3$ газа;

X_1,X_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$ абсорбента.

По полученной величине L рассчитываем массовый расход абсорбента (m):

$m = L \cdot \rho_ж = 0{,}192 \cdot 1100 = 211{,}2$ кг/с

где $\rho_ж$ – плотность абсорбента, $кг/м^3$.

2.Расчет основных геометрических размеров абсорбера

2.1. Расчет диаметра абсорбера

По уравнению (5.4) рассчитывают скорость газа для режима «захлебывания» насадки:

$$\lg W_з = 0{,}0395 - 0{,}5\lg A - 0{,}875 \cdot \left(\frac{m}{q}\right)^{0{,}25} \left(\frac{\rho_г}{\rho_{ж}}\right)^{0{,}125}$$

где A - комплекс величин:

$$A = \frac{a \cdot \rho_г \cdot \mu_ж^{0{,}16}}{g \cdot S_{св}^3 \cdot \rho_ж} = \frac{170 \cdot 1{,}29 \cdot 0{,}001^{0{,}16}}{9{,}8 \cdot 0{,}9^3 \cdot 1100} = 0{,}00924$$

a - удельная поверхность насадки, $м^2/м^3$ (таблица 5.2);

$\rho_г$ - плотность газа, $кг/м^3$;

$\rho_ж$ - плотность абсорбента, $кг/м^3$;

$\mu_ж$ - вязкость абсорбента, $н \cdot с/м^2$;

$S_{св}$ - свободное сечение насадки, $м^2/м^2$ (таблица 3.4);

m - массовый расход абсорбента, кг/с;

q - массовый расход газа ($q = Q \cdot \rho_г = 30 \cdot 1{,}29 = 38{,}7$), кг/с.

$$\lg W_з = 0{,}0395 - 0{,}5\lg 0{,}00924 - 0{,}875 \cdot \left(\frac{211{,}2}{38{,}7}\right)^{0{,}25} \left(\frac{1{,}29}{1100}\right)^{0{,}125} = 0{,}481$$

Скорость газа ($W_з$)при «захлебывании» насадки:

$W_з = 10^{\lg W_з} = 10^{0.481} = 3.03$ м/с

Фиктивная скорость газа в насадке (W_0) определяется по уравнению (5.3 а):

$W_0 = 0{,}9 \cdot W_з = 0{,}9 \cdot 3{,}03 = 2{,}73$ м/с

Диаметр абсорбера рассчитывается по уравнению (5.3):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3.14 \cdot 2.73}} = 3{,}74 \text{ м}$$

где Q – объемный расход газа, $м^3/с$;

w_0 – фиктивная скорость газа в абсорбере, м/с.

2.2.Расчет высоты слоя насадки

По уравнению (5.7) производят расчет коэффициента массопередачи (К):

$K = 0{,}407 \cdot Re_г^{0{,}655} \cdot Pr_г^{0{,}333} \cdot D_г \cdot d_э^{-1}$

где $Re_г$ - критерий Рейнольдса для газовой фазы;

Pr - диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы;

Dг - коэффициент диффузии, $м^2/с$;

dэ - эквивалентный диаметр насадки

Значение $Re_г$ определяется по уравнению (5.8):

$$Re_г = \frac{4 \cdot w_0 \cdot \rho_г}{a \cdot \mu} = \frac{4 \cdot 2{,}73 \cdot 1{,}29}{170 \cdot 0{,}000022} = 3761{,}51$$

где w_0 - фиктивная скорость газа в насадке, м/с;

$\rho_г$- плотность газа, $кг/м^3$;

а - удельная поверхность насадки ,$м^2/м^3$ (а = 170, таблица 5.2);

μ- вязкость газа, Па·с.

Значение Pr определяется по уравнению (5.9):

$$Pr_г = \frac{\mu}{\rho_г \cdot D_г} = \frac{0{,}000022}{1{,}29 \cdot 1{,}62 \cdot 10^{-5}} = 1{,}05$$

где Dг - коэффициент диффузии, $м^2/с$ ($Dг = 1{,}62 \cdot 10^{-5}$, таблица 5.5)

Эквивалентный диаметр насадки (dэ) рассчитывается по уравнению (5.10):

$$d_э = \frac{4 \cdot S_{св}}{a} = \frac{4 \cdot 0{,}9}{170} = 0{,}021 \text{ м}$$

где а - удельная поверхность насадки, $м^2/м^3$ (а = 170, таблица 5.2);

Sсв. – свободное сечение насадки, м2/м2 (Sсв.=0,9, таблица 5.2).

Значение коэффициента массопередачи (К):

$K = 0{,}407 \cdot 3761{,}512^{0{,}655} \cdot 1{,}05^{0{,}333} \cdot 1{,}62 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}021^{-1} = 0{,}070$ м/с

Высота слоя насадки (Н) необходимой для достижения требуемой степени очистки газа производится по уравнению (5.18):

$$H = \frac{M}{K \cdot a \cdot S_{св} \cdot \Delta Y_{ср}} = \frac{5,76}{0,07 \cdot 170 \cdot 0,9 \cdot 0,0597} = 9,1 \text{ м}$$

где М - масса улавливаемого загрязняющего вещества, кг/с (уравнение 5.19)

$$M = Q \cdot (Y_1 - Y_2) = 30 \cdot (0,2 - 0,008) = 5,76 \text{ кг/с}$$

ΔYср. - средняя движущая сила процесса абсорбции, кг/м^3 (уравнение 5.20)

$$\Delta Y = \frac{Y_1 - Y_2}{2,3 \lg \frac{Y_1}{Y_2}} = \frac{0,2 - 0,008}{2,3 \cdot \lg \frac{0.2}{0.008}} = 0,0597 \text{ кг/м}^3$$

К – коэффициент массопередачи, м/с;

а – удельная поверхность насадки, м^2/м^3;

Sсв. – свободное сечение насадки, м^2/м^2 .

2.3. Расчет гидравлического сопротивления абсорбера

Гидравлическое сопротивление насадочного абсорбера рассчитывается по уравнению (5.24):

$$\Delta P = 10^{U \cdot b} \Delta p_{сух} = 10^{0,017551,2} \cdot 6324,39 = 49475,98 \text{ Па}$$

где $\Delta p_{сух}$ – гидравлическое сопротивление сухой насадки, Па;

$$\Delta p_{сух} = \lambda \frac{H}{d_э} \cdot \frac{w_0^2 \cdot \rho_г}{2} = 3,08 \frac{9,1}{0,021} \cdot \frac{2,73^2 \cdot 1,29}{2} = 6324,39 \text{ Па}$$

w_0 – фиктивная скорость газа в насадочном абсорбере, м/с;

Н – высота слоя насадки, м;

$d_э$ – эквивалентный диаметр насадки, м;

λ - коэффициент гидравлического сопротивления (при $Re_г > 40$)

$$\lambda = \frac{16}{\mathrm{Re}_г^{0,2}} = \frac{16}{3761{,}5^{0,2}} = 3{,}08$$

U – плотность орошения, $м^3/м^2 \cdot с$

$$U = \frac{4 \cdot L}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0{,}192}{3{,}14 \cdot 3{,}74^2} = 0{,}0175 \ м^3/м^2 \cdot с$$

L – расход абсорбента, $м^3/с$;

D – диаметр абсорбера, м;

b - коэффициент (b = 51.2).

Результаты расчета насадочного абсорбера

Загрязняющее вещество - абсорбент	HF(фтористый водород) - раствор карбоната натрия Na_2CO_3 (10%)	Расход абсорбента, $м^3/с$ (кг/с)	0,192 (211,2)
Расход газа, $м^3/с$	30,0	Диаметр абсорбера, м	3,74
Начальная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,2	Коэффициент массопередачи, м/с	0,07
Конечная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,008	Высота слоя насадки, м	9,1
Тип насадки	Кольца Паля керамические	Гидравлическое сопротивление абсорбера, Па	49475,98

Тарельчатый абсорбер

Исходные данные для расчета:

1.Объемный расход газа, $м^3/с$ (V)	– 35,0
2.Улавливаемое вещество	- NO_2 (диоксид азота)
3.Абсорбент	– раствор гидроксида калия КОН (10%)
4. Начальная ($У_1$) концентрация загрязняющего вещества на входе в абсорбер, $кг/м^3$	– 0,35
5. Конечная концентрация загрязняющего вещества на выходе из абсорбера ($У_2$), $кг/м^3$	– 0,008
6. Начальная ($Х_1$) концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$	– 10,0
7. Конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте ($Х_2$), $кг/м^3$	– 50,0
8.Плотность газа ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 1,29
9.Вязкость газа ($\mu_г$), Па·с	– 0,000022
10.Плотность абсорбента ($\rho_ж$), $кг/м^3$	– 1100
11.Вязкость абсорбента ($\mu_ж$), Па·с	– 0,0012
12.Поверхностное натяжение абсорбента (σ), Н/м	– 0,0727
13.Применяемая конструкция тарелок:	– ситчатые тарелки
толщина, мм	– 10
диаметр отверстий, мм	– 5
высота слоя жидкости, м	– 0,05
	–

1. Определение расхода абсорбента.

Объемный расход абсорбента (L) находится по уравнению (5.1):

$$L = Q\frac{Y_1 - Y_2}{X_2 - X_1} = 35 \cdot \frac{0.35 - 0.008}{50 - 10} = 0.299 \text{ , м}^3/\text{с}$$

где Q – расход газовой смеси, $м^3/с$;

Y_1, Y_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в газовой смеси, $кг/м^3$ газа;

X_1,X_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$ абсорбента.

По полученной величине L рассчитываем массовый расход абсорбента (m):

$m = L \cdot \rho_ж = 0{,}299 \cdot 1100 = 329{,}175$ кг/с

где $\rho_ж$ – плотность абсорбента, $кг/м^3$.

2.Расчет основных геометрических размеров абсорбера

2.1. Расчет диаметра абсорбера

По уравнению (5.5) рассчитывается величина скорости газа (w_0), при которой начинают работать все отверстия ситчатых тарелок:

$$w_0 = \frac{2}{3} F_c \sqrt{\frac{2g\rho_ж h_0}{\zeta \cdot \rho_г}} = \frac{2}{3} \cdot 0{,}226 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9{,}8 \cdot 1100 \cdot 0{,}05}{0{,}642 \cdot 1{,}29}} = 5{,}44 \text{ м/с}$$

где Fc – свободное сечение тарелки (отношение суммарной площади отверстий к площади тарелки), $м^2/м^2$ (Fc = 0,226 $м^2/м^2$, таблица 5.4);

h_0 – высота слоя жидкости на тарелке, м (h_0 = 0,05 м);

ξ - коэффициент гидравлического сопротивления сухой тарелки (ξ = 0,642, рисунок 5.4);

$\rho_г$, $\rho_ж$ – соответственно, плотность газа и жидкости, $кг/м^2$

Диаметр абсорбера рассчитывается по уравнению (5.3):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3.14 \cdot 5{,}44}} = 2{,}86 \text{ м}$$

где Q – объемный расход газа, $м^3/с$;

w_0 –скорость газа в абсорбере, м/с.

2.2.Расчет количества рабочих тарелок

По уравнению (5.12) производят расчет коэффициента массопередачи (К):

$$K = 0{,}12 \cdot \mathrm{Re}_г^{0,7} \cdot (\mathrm{Pr}_г)^{0,5} \cdot \left(\frac{d_n}{d_{ст}}\right)^{0,5} \cdot D_г \cdot d_n^{-1}$$

где $Re_г$ - критерий Рейнольдса для газовой фазы;

$Pr_г$ - диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы;

$\mathbf{D_г}$ - коэффициент диффузии в газовой фазе, $м^2/с$ ($\mathbf{D_г}$ = $1{,}15 \cdot 10^{-5}$, принимается из таблицы 5.5);

$d_п$ – поверхностно-объемный диаметр пузырька газа, м;

$d_{ст}$ – стандартный размер пузырька газа, при котором прекращается влияние циркуляции газа на массообмен ($d_{ст} = 4 \cdot 10^{-3}$ м).

По уравнению (5.14) определяют газосодержание пенного слоя жидкости на тарелке:

$$\varphi_г = 0{,}6 \cdot \left(\frac{{w_0}^2 \cdot h_0}{q}\right)^{0.1} = 0{,}6\left(\frac{5{,}44^2 \cdot 0{,}05}{0{,}13}\right)^{0,1} = 0{,}765$$

где h_0 – высота слоя жидкости на тарелке, м (h_0 = 0,05 м);

q – удельный расход жидкости через сливную перегородку, $м^3/м \cdot с$.

$$q = \frac{L}{0{,}8 \cdot D} = \frac{0.299}{0.8 \cdot 2.86} = 0{,}13$$

По уравнению (5.16) рассчитывается поверхностно – объемный диаметр пузырьков газа ($d_п$):

$$d_n = 6 \cdot \varphi_г h_0 \cdot \left[(1 - \varphi_г) \cdot A\right] = 6 \cdot 0{,}765 \cdot 0{,}05[(1-0{,}765) \cdot 19{,}1] = 1{,}031$$

где А – поверхность контакта фаз:

$$A = \frac{c}{1-\varphi_г} \cdot \left(\frac{w_0 \cdot h_0 \cdot \rho_{ж}}{\mu_{ж}} \right)^{-0.25} \cdot \left(\frac{{w_0}^2}{g \cdot h_0} \right)^{0.2} \cdot \left(\frac{\sigma}{\rho_{ж} \cdot {h_0}^2} \right)^{-0.6} \cdot \left(\frac{\mu_{ж}}{\mu_{в}} \right)^{-0,25}$$

где с – коэффициент (с = 5 при $h_0 \geq 0,02$ м);

σ - поверхностное натяжение жидкости (абсорбента), Н/м;

g – ускорение свободного падения (9,8 м/с^2);

$\mu_в$ – вязкость воды ($\mu_в$ = 0,001 Па·с).

$$A = \frac{5}{1-0,765} \cdot \left(\frac{5,44 \cdot 0,05 \cdot 1100}{0,001} \right)^{-0.25} \cdot \left(\frac{5,44^2}{9,8 \cdot 0,05} \right)^{0.2} \cdot \left(\frac{0,0727}{1100 \cdot 0,05^2} \right)^{-0.6} \cdot \left(\frac{0,0012}{0,001} \right)^{-0,25} =$$

= 19,1

Значение $Re_г$ определяется по уравнению (5.13):

$$\mathrm{Re}_г = \frac{w_0 \cdot d_п \cdot \rho_г}{\varphi_г \cdot \mu} = \frac{5,44 \cdot 1,031 \cdot 1,29}{0,765 \cdot 0,000022} = 429691,24$$

где w_0 - скорость газа, обеспечивающая эффективную работу тарелки, м/с;

$\rho_г$- плотность газа, кг/м^3;

$d_п$ – поверхностно-объемный диаметр пузырька газа, м;

μ - вязкость газа, Па·с;

$\varphi_г$ – газосодержание пенного слоя на тарелке:

Диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы рассчитывается по уравнению (5.15):

$$\mathrm{Pr}_г = \frac{\mu}{\rho_г \cdot D_г} = \frac{0,00002}{1,29 \cdot 1,15 \cdot 10^{-5}} = 1,48$$

Значение коэффициента массопередачи (К):

$$K = 0{,}12 \cdot 429691{,}24^{0{,}7} \cdot (1{,}48)^{0{,}5} \cdot \left(\frac{1{,}031}{0{,}004}\right)^{0{,}5} \cdot 1{,}15 \cdot 10^{-5} \cdot 1{,}031^{-1} = 0{,}23 \text{ м/с}$$

По уравнению (5.23) определяется общая поверхность контакта фаз (F):

$$F = \frac{M}{K \cdot \Delta Y_{ср}} = \frac{11{,}97}{0{,}23 \cdot 0{,}091} = 575{,}29 \quad \text{м}^2$$

где К – коэффициент массопередачи, м/с;

М - масса улавливаемого загрязняющего вещества, кг/с (уравнение 5.19)

$M = Q \cdot (Y_1 - Y_2)$ = 35·(0,35 – 0,008) = 11,97 кг/с

ΔYср. - средняя движущая сила процесса абсорбции, кг/м^3 (уравнение 5.20)

$$\Delta Y = \frac{Y_1 - Y_2}{2{,}3 \lg \frac{Y_1}{Y_2}} = \frac{0{,}35 - 0{,}008}{2{,}3 \cdot \lg \frac{0.35}{0.008}} = 0{,}091 \text{ кг/м}^3$$

Количество рабочих тарелок рассчитывается по уравнению (5.22):

$$n = \frac{F}{A \cdot f_m} = \frac{575{,}29}{19{,}1 \cdot 6{,}44} = 4{,}68 \text{ (принимаем n = 5)}$$

где f_m- площадь одной тарелки, м^2

$f_m = \pi \cdot D^2/4 = 3.14 \cdot 2{,}86^2/4 = 6{,}44$

Высота рабочей части тарельчатого абсорбера (**Н**) рассчитывается по уравнению (5.21):

$H = n \cdot h_{сп.} = 5 \cdot 0{,}5 = 2{,}5$ м

где n – расчетное число тарелок, шт.;

$h_{сп.}$ – расстояние между тарелками (принимаем 0,5 м).

3. Расчет гидравлического сопротивления абсорбера.

Гидравлическое сопротивление тарельчатого абсорбера рассчитывается по уравнению (5.25):

$$\Delta P = n\left(\frac{\xi \cdot {w_0}^2 \cdot \rho_г}{2} + \frac{4 \cdot \sigma}{d} + h_0 \cdot \rho_ж \right) = 5 \cdot \left(\frac{0{,}226 \cdot 5{,}44^2 \cdot 1{,}29}{2} + \frac{4 \cdot 0{,}0727}{0{,}005} + 0{,}05 \cdot 1100 \right)$$

=

= 586,6 Па

где ξ - коэффициент гидравлического сопротивления сухой тарелки (рисунок 5.4);

$\rho_ж$, $\rho_г$ – соответственно, плотность жидкости и газа, кг/м^3;

w_0 - скорость газа, обеспечивающая эффективную работу тарелки, м/с;

σ - поверхностное натяжение жидкости, Н/м;

d – диаметр отверстия тарелки, м;

n – количество рабочих тарелок, шт.

h_0 – высота слоя жидкости на тарелке, м.

Результаты расчета тарельчатого абсорбера

Загрязняющее вещество - абсорбент	NO_2 (диоксид азота) - раствор гидроксида калия КОН (10%)	Расход абсорбента, м^3/с (кг/с)	0,299 (329,175)
Расход газа, м^3/с	35,0	Диаметр абсорбера, м	2,86
Начальная концентрация загрязняющего вещества, кг/м^3	0,35	Коэффициент массопередачи, м/с	0,23
Конечная концентрация загрязняющего вещества, кг/м^3	0,008	Высота рабочей части абсорбера, м	2,5
Тип тарелки	ситчатая	Гидравлическое сопротивление абсорбера, Па	586,6

Лабораторная работа №6 «Инженерный расчет адсорбера для очистки газов»

Исходные данные для расчета:

1.Объемный расход газа, $м^3/с$ (V)	– 15,0
2.Улавливаемое вещество	- бензол
3.Адсорбент	– активированный уголь
4. Начальная ($У_1$) концентрация загрязняющего вещества на входе в адсорбер, $кг/м^3$	– 0,06
5. Конечная концентрация загрязняющего вещества на выходе из адсорбера ($У_2$), $кг/м^3$	– 0,004
6.Насыпная плотность адсорбента ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 500
7.Диаметр гранул адсорбента (d),м	– 0,003
8. Длина гранул адсорбента (l),м	– 0,005
9. Плотность частиц адсорбента, кг/м3	– 800
10. Порозность слоя адсорбента (ε)	– 0,375
11. Высота неподвижного слоя адсорбента ($h_{сл}$), м	– 0,06
12. Степень проработки (насыщения) адсорбента (ηк)	– 0,85
13.Плотность газа ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 1,29
14.Вязкость газа ($\mu_г$), Па·с	– 0,000022

1. Расчет расхода адсорбента.

Массовый расход адсорбента (G) находится по уравнению 6.1

$$G = Q\frac{Y_1 - Y_2}{a_0 \cdot \eta_к} = 15\frac{0{,}06 - 0{,}004}{0{,}263 \cdot 0{,}85} = 3{,}758 \text{ кг/с}$$

Начальная емкость поглощения адсорбента по загрязняющему веществу a_0 (кг/кг адсорбента) находится по изотерме адсорбции бензола на активированном угле (Приложение 1). Для определения a_0 строится изотерма адсорбции и графически находится концентрация бензола в активированном угле, равновесная с начальной концентрацией бензола в газе (рисунок 6.1). Результаты расчета записывают в таблицу.

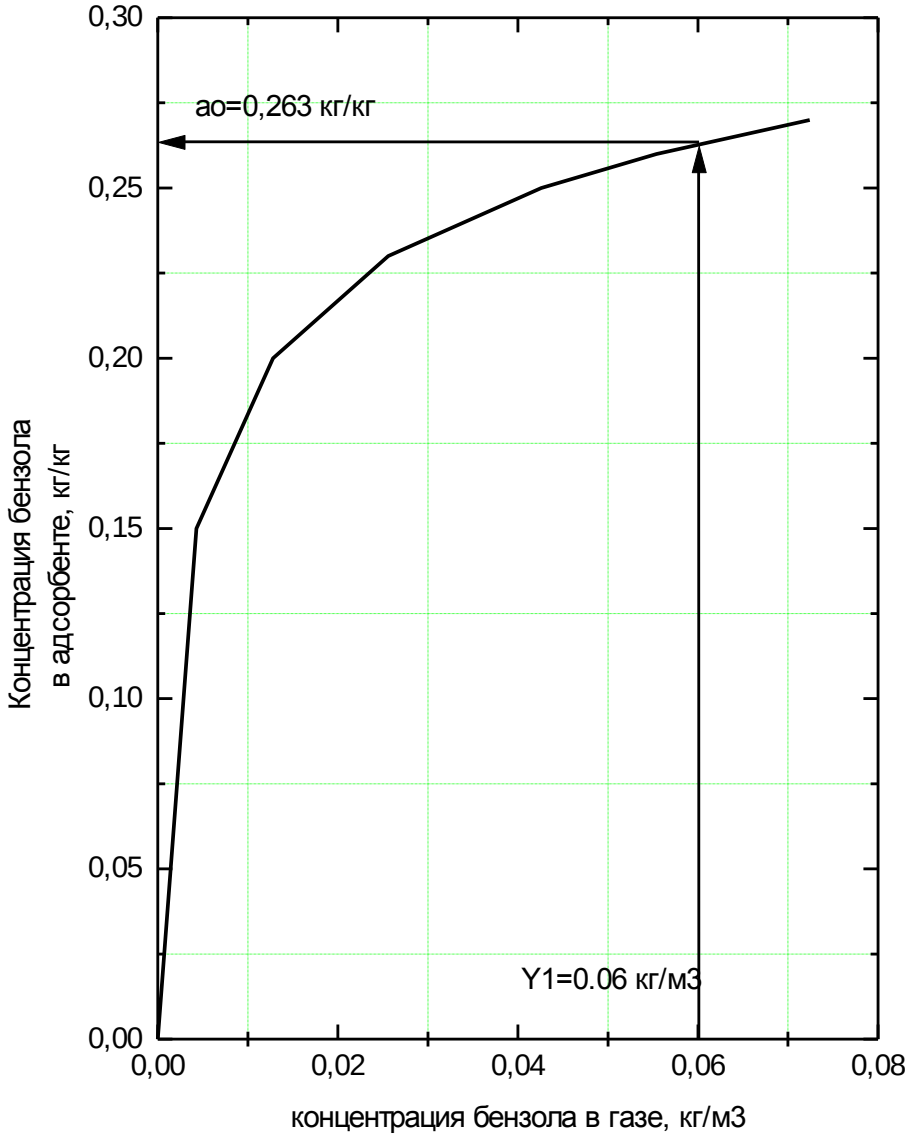


Рисунок 6.1. Графическое определение емкости поглощения адсорбента (a_o).

2. Расчет диаметра адсорбера.

Используя уравнения (6.3) – (6.5) рассчитывают скорости начала псевдоожижения ($w_{по}$) и разрушения «кипящего слоя» ($w_р$).

$$d\text{э} = \frac{\varepsilon_0 \cdot d \cdot l}{(1-\varepsilon_0)\cdot\left(\frac{d}{2}+l\right)} = \frac{0{,}375 \cdot 0{,}003 \cdot 0{,}005}{(1-0{,}375)\cdot\left(\frac{0{,}003}{2}+0{,}005\right)} = 0{,}0014 \text{ м}$$

$$Ar = \frac{d_э^{\,3}(\rho_ч - \rho)\cdot\rho}{\mu^2}\cdot g = \frac{0{,}0014^3(800-1{,}29)\cdot 1{,}29}{0{,}000022^2}\cdot 9{,}8 = 55379{,}24$$

$$\mathrm{Re}_{по} = \frac{Ar}{1400+5{,}75\sqrt{Ar}} = \frac{55379{,}24}{1400+5{,}75\sqrt{55379{,}24}} = 21{,}07$$

$$\mathrm{Re}_р = \frac{Ar}{18+0{,}61\sqrt{Ar}} = \frac{55379{,}24}{18+0{,}61\sqrt{55379{,}24}} = 342{,}8$$

Соответственно,

$$w_{по} = \frac{\mathrm{Re}_{по}\cdot\mu}{d_э\cdot\rho} = \frac{21{,}07\cdot 0{,}000022}{0{,}0014\cdot 1{,}29} = 0{,}26 \text{ м/с}$$

$$w_р = \frac{\mathrm{Re}_р\cdot\mu}{d_э\cdot\rho} = \frac{342{,}8\cdot 0{,}000022}{0{,}0014\cdot 1{,}29} = 4{,}22 \text{ м/с}$$

Скорость газа w принимается в интервале значений между скоростями начала псевдоожижения ($w_{по}$) и разрушения «кипящего слоя» ($w_р$).

Принимаем скорость газа w = 3,0 м/с.

По уравнению (6.2) рассчитывают диаметр адсорбера:

$$D = \sqrt{\frac{4\cdot V}{\pi\cdot w}} = \sqrt{\frac{4\cdot 15}{3{,}14\cdot 3}} = 2{,}52 \text{ м}$$

где V – объемный расход газа, $м^3/с$;

w – рабочая скорость газа в адсорбере, необходимая для создания «кипящего» слоя , м/с.

Результаты расчета записывают в таблицу.

3. Расчет высоты рабочей зоны адсорбера.

Количество теоретических ступеней контакта определяется по уравнению 6.7.

$$n = \int_{Y_2}^{Y_1} \frac{dY}{Y - Y^*}$$

где Y- концентрация загрязняющего вещества в газовоздушной смеси, $кг/м^3$;
Y*- равновесная концентрация загрязняющего вещества в газовоздушной смеси, $кг/м^3$;
Y_1, Y_2 – соответственно, начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в газовоздушной смеси, $кг/м^3$.

Расчет n проводится методом графического интегрирования с использованием данных по равновесным концентрациям бензола в газе (Y^*_i) и адсорбенте (a^*_i).

Интервал концентраций бензола в газе разбивается на ряд значений (Y_i) и для них по изотерме адсорбции определяют соответствующие значения равновесных концентраций бензола в адсорбенте (a^*_i) (рисунок 6.2). Результаты записывают в таблицу 6.1.

При заданной степени проработки (насыщения) адсорбента ($(\eta к$ = 0,85) фактическая концентрация (a_i) будет ниже равновесной:

0,263·0,85 = 0,224 кг/кг
0,256·0,85 = 0,218 кг/кг
0,246·0,85 = 0,209 кг/кг
0,218·0,85 = 0,185 кг/кг
0,184·0,85 = 0,156 кг/кг
0,137·0,85 = 0,116 кг/кг

Таблица 6.1.

Концентрация бензола в газе, кг/м3 (Y_i)	Равновесная концентрация бензола в адсорбенте, кг/кг (a^*_i)	Фактическая концентрация бензола в адсорбенте (a_i), кг/кг	Равновесная концентрация бензола в газе, кг/кг (Y^*_i)	$Y_i - Y^*_i$, $кг/м^3$	$\frac{1}{Y_i - Y^*_i}$
0,06	0,263	0,224	0,024	0,036	27,8
0,05	0,256	0,218	0,02	0,03	33,3
0,04	0,246	0,209	0,017	0,023	43,5
0,02	0,218	0,185	0,011	0,009	111,1
0,01	0,184	0,156	0,0056	0,0044	227,3
0,004	0,137	0,116	0,003	0,001	1000,0

По полученным значениям Y*$_i$ рассчитывают значения $\frac{1}{Y_i - Y^*_i}$ и записывают их таблице 6.1.

В координатах «Yi - $\frac{1}{Y_i - Y^*_i}$» строят график, площадь под которым будет равна количеству теоретических ступеней контакта в адсорбере (рисунок 6.3).

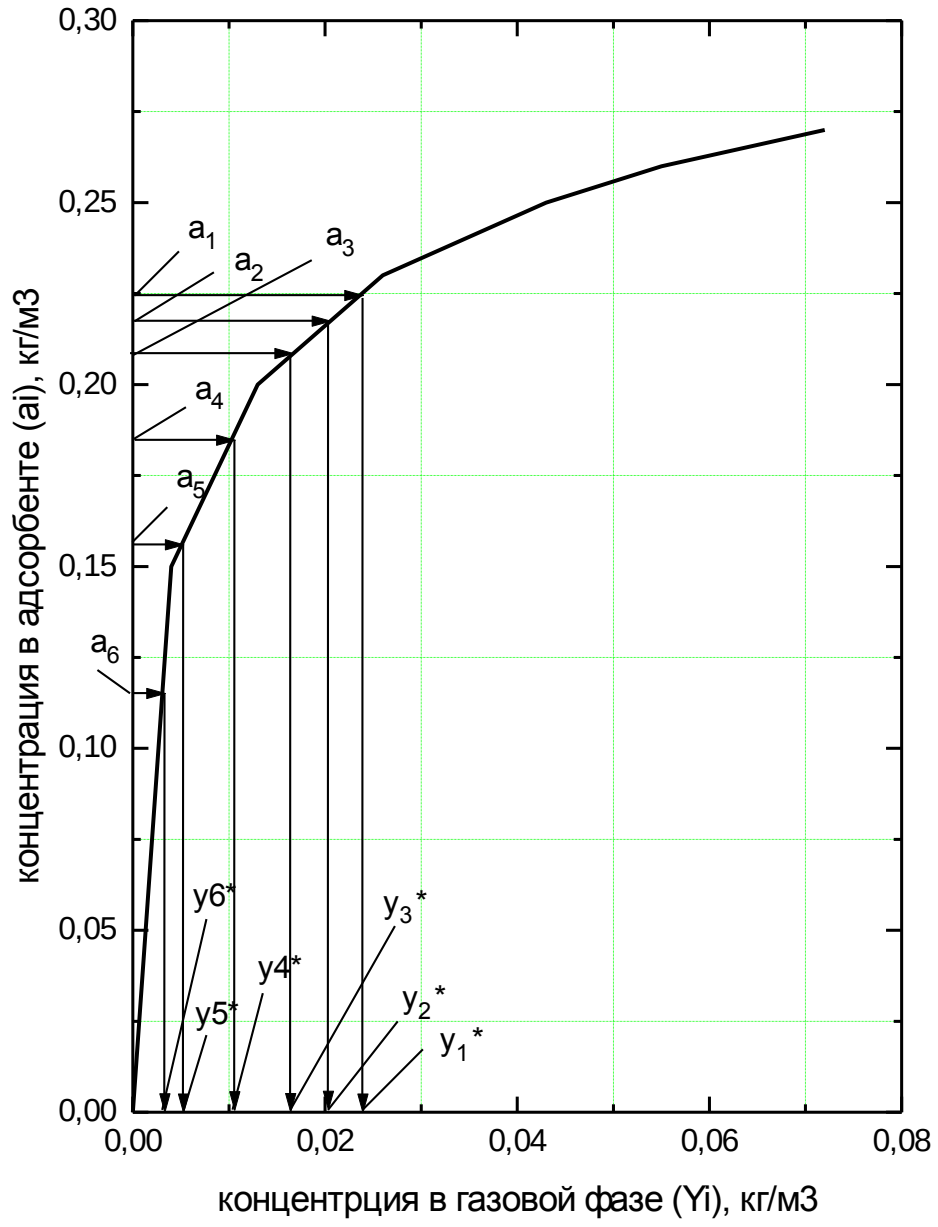


Рисунок 6.2.

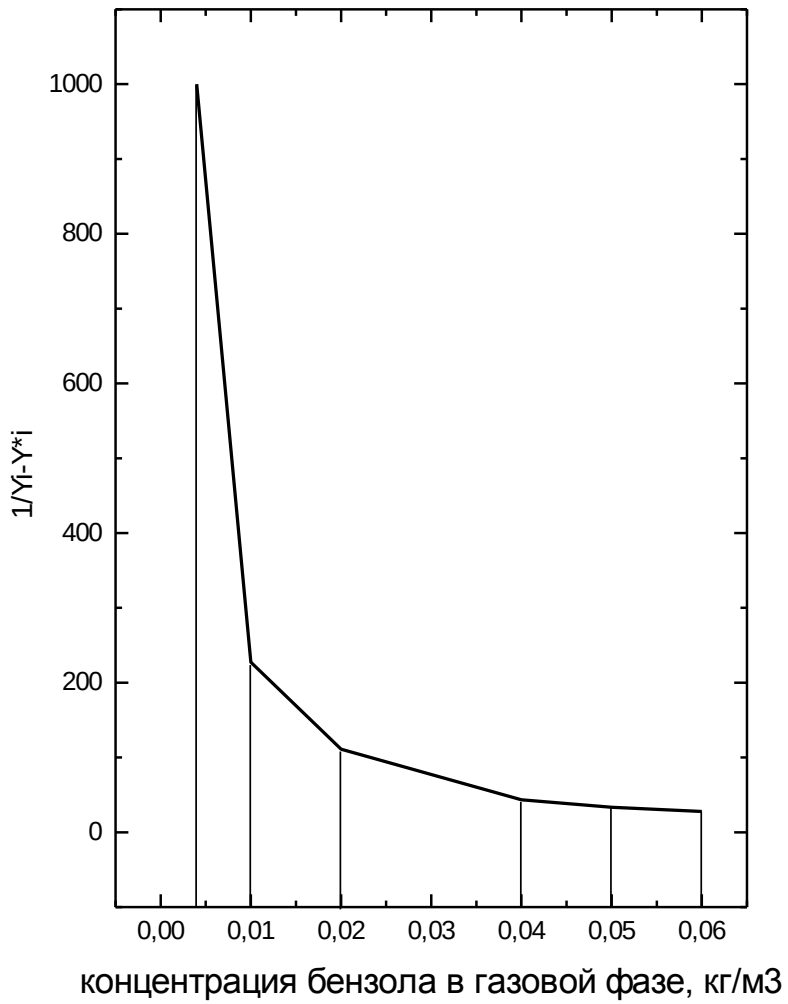


Рисунок 6.3

Графическое интегрирование для определения теоретических ступеней контакта в адсорбере производится по методу трапеций:

$$n = \sum_{i}^{k} \frac{\frac{1}{Y_i - Y_i^*} + \frac{1}{Y_{i+1} - Y_{i+1}^*}}{2} \cdot \left(Y_{i+1} - Y_i\right) = \frac{1000 + 227.3}{2} \cdot (0.01 - 0.004) +$$

$$+ \frac{227.3 + 111.1}{2} \cdot (0.02 - 0.01) + \frac{111.1 + 43.5}{2} \cdot (0.04 - 0.02) +$$

$$+ \frac{43.5 + 33.3}{2} \cdot (0.05 - 0.04) + \frac{33.3 + 27.8}{2} \cdot (0.06 - 0.05) = 7.61$$

Высота «кипящего» слоя адсорбента на тарелках рассчитывается по уравнению 6.8:

$$h_{кс} = h_{сл}\frac{1-\varepsilon_0}{1-\varepsilon},$$

где ε_0 - порозность неподвижного слоя адсорбента (ε_0=0,375)
ε - порозность «кипящего» слоя адсорбента

$$\varepsilon = \left(\frac{18\,\mathrm{Re} + 0{,}36\,\mathrm{Re}^2}{Ar}\right)^{0{,}21} = \left(\frac{18\cdot 243{,}6 + 0{,}36\cdot 243{,}6^2}{55379{,}24}\right)^{0{,}21} = 0{,}85$$

$$h_{кс} = h_{сл}\frac{1-\varepsilon_0}{1-\varepsilon} = 0{,}06\cdot\frac{1-0{,}375}{1-0{,}85} = 0{,}3м$$

Высота рабочей части адсорбера ($H_р$) определяется по уравнению 6.9:

$H_р = h_{кс}\cdot n_р + h_{сеп}\cdot(n_р - 1)$, м

где $n_р$ – количество рабочих тарелок (принимаем 8);
$h_{сеп}$ – высота сепарационного пространства ($h_{сеп}$ конструктивно принимается не менее 0,2 м).

$H_р = 0{,}3\cdot 8 + 0{,}2\cdot(8 - 1) = 3{,}4$ м

Результаты расчета записывают в таблицу 6.2.

Таблица 6.2 - Результаты расчета адсорбера непрерывного действия

Загрязняющее вещество - адсорбент	Бензол – активированный уголь	Расход адсорбента, кг/с	3,758
Расход газа, м^3/с	15,0	Диаметр адсорбера, м	2,52
Начальная концентрация загрязняющего вещества, кг/м^3	0,06	Количество теоретических ступеней контакта	7,61
Конечная концентрация загрязняющего вещества, кг/м^3	0,004	Высота рабочей зоны адсорбера, м	3,4
Степень проработки (насыщения) адсорбента	0,85		

Процессы и аппараты защиты водных ресурсов (8 семестр).

Задача №1.

Определить кратность разбавления сточных вод и концентрацию загрязняющего вещества в расчетном створе при сбросе сточных вод в водоток (реку) заданной категории водопользования (ХП, КБ, РХ).

Сделать вывод о возможности сброса таких сточных вод.

Определить допустимое содержание загрязняющего вещества в сточной воде и определить необходимую эффективность очистки для этого вещества.

Водоток характеризуется следующими показателями:

Q - среднемесячный расход водотока 95%-обеспеченности ,

$H_{ср}$ - средняя глубина водотока,
$V_{ср}$ - средняя скорость течения ,

$C_{ш}$ - коэффициент Шези на рассматриваемом участке ,

извилистость русла слабо выражена,

Характеристики сточных вод:

q - расход сточных вод ,

$C_{ст}$- концентрация загрязняющего вещества в сточных водах,

$C_{ф}$- концентрация загрязняющего вещества выше сброса сточных вод

Задача №2.

Определить концентрацию взвешенных веществ в сточной воде, разрешенной к выпуску в водоем (озеро, водохранилище) заданной категории водопользования и требуемую эффективность очистки сточных вод от взвешенных веществ.
Характеристики водоема и сточных вод :
V- скорость течения воды в водоеме,
H - средняя глубина в месте выпуска.
Выпуск -глубинный, сосредоточенный,
Q - расход сточных вод.
Свв- концентрация взвешенных веществ в сточных водах до очистки,
Сф – фоновая концентрация взвешенных веществ в водоеме.

Задача №3.

Определить максимальную концентрацию загрязняющего вещества в водотоке на расстоянии L= 500 м от места выпуска сточных вод по схеме плоской задачи при следующих заданных параметрах:

$V_{ср}$ - средняя скорость течения ,

$H_{ср}$ - средняя глубина водотока ,

$B_{ср}$ - средняя ширина водотока ,

D - коэффициент турбулентной диффузии ,

$C_{Ф}$ – фоновая концентрация загрязняющего вещества ,

q - расход сточных вод ,

$C_{ст}$ - концентрация загрязняющего вещества в сточных водах ,

выпуск сточных вод- береговой.

Задача № 4.

Определить допустимое значение $БПК_{полн}$ сточных вод, разрешенное к сбросу, и необходимую степень очистки сточных вод по $БПК_{полн}$. для водотока при следующих условиях:

Q - расход водотока ,

q - расход сточных вод ,

$V_{ср}$ средняя скорость течения водотока,

l - расстояние по форватеру от места выпуска сточных вод до

расчетного створа ,

γ - коэффициент смешения ,

$L_{в}$ - $БПК_{полн}$ воды водотока до места сброса сточных вод ,

$L_{ст}$ - $БПК_{полн}$ неочищенных сточных вод

константа скорости потребления кислорода водой водотока $к_{в}$=0.1,
константа скорости потребления кислорода сточной водой $к_{ст}$=0.16

Тема№8. Технологические схемы очистки сточных вод различного происхождения.

Задача №1. Материальный баланс узла фильтрования осадка.

Исходные данные:

- объем поступающего осадка: 1,71 $м^3$/сут;

-содержание взвешенных веществ: 100 кг/$м^3$.

-влажность обезвоженного осадка: 40-55%;

-содержание взвешенных веществ в фильтрате: 40-250 мг/л.

Сводная таблица материального баланса узла фильтрования осадка

Компоненты	Приход			Продукты	Расход		
	$м^3$/сут	кг/сут	кг/$м^3$		$м^3$/сут	кг/сут	кг/$м^3$
Сырой осадок, в т.ч: взвешенные вещества	1,71	171,0	100	Мехобезвоженный осадок, в т.ч. взвешенные вещества	0,34	170,5	500,0
				Сток, в т.ч: взвешенные вещества	1,369	0,20	0,15
Итого	1,71	171,0		Итого	1,71	170,7	

Рассчитать материальный баланс узла фильтрования осадка. Подобрать и начертить технологическую схему очистки сточных вод. Дать её описание.

Задача №2. Расчет узла нейтрализации.

Материальный баланс узла совместной нейтрализации хром-, циансодержащего и кислотно-щелочного стоков. Нейтрализация в производственных условиях осуществляется 1,5 % раствором известкового молока.

Исходные (производственные) данные:
-расход хромсодержащего стока –100,75 $м^3$/сут.,в том числе: $H2SO_4$–0,51 кг/сут., $Cr(SO4)_3$–19,59 кг/сут.;
-расход циансодержащего стока –50,79 $м^3$/сут.,в том числе: $Ca(OH)_2$–1,85кг/сут.;
-концентрация сопутствующих тяжелых металлов в объединенном хром-и циансодержащем стоке(производственные данные):

FeSO4–0,012 кг/$м^3$;
NiSO4–0,002 кг/$м^3$;
$CuSO_4$–0,003 кг/$м^3$;
ZnSO4–0,003 кг/$м^3$,расход кислотно-щелочного стока(pH –6,5)–200 м3/сут.,в том числе:

Cr2(SO4)3–0,00003 кг/$м^3$;
FeSO4–0,012 кг/$м^3$;$NiSO_4$–0,002 кг/$м^3$;
CuSO4–0,003 кг/$м^3$;$ZnSO_4$–0,003 кг/$м^3$.

Количество серной кислоты в кислотно-щелочном стоке:

$$G= C\cdot V_0,$$

где V_0–объем стоков, $м^3$/сут;
C – концентрация кислоты, г/л

Рассчитать материальный баланс узла нейтрализации. Определить схему очистки, зарисовать. Определить в какой области применяется данная схема.

Усредненный состав стоков, поступающих на нейтрализацию

Компоненты	Приход*			Компоненты	Расход*		
	$м^3$/сут	кг/сут	кг/$м^3$		$м^3$/сут	кг/сут	кг/$м^3$
1. Хромсодержащий сток, в т.ч:	100,75			Усредненный сток, в т.ч:	351,54		
H_2SO_4		0,51	0,005	H_2SO_4		0,513	0,0015
$Cr(SO_4)_3$		19,59	0,194	$Ca(OH)_2$		1,85	0,005
2. Циансодержащий сток, в т.ч:	50,79			$Cr(SO_4)_3$		19,596	0,056
$Ca(OH)_2$		1,85	0,036	$FeSO_4$		4,21	0,012
3. Тяжелые металлы в объединенном хром-и циансодержащем стоке:				$NiSO_4$		0,70	0,002
$FeSO_4$				$CuSO_4$		1,05	0,003
$NiSO_4$		1,81	0,012	$ZnSO_4$		1,05	0,003
$CuSO_4$		0,30	0,002				
$ZnSO_4$		0,45	0,003				
		0,45	0,003				
4. Кислотно-щелочной сток, в т.ч:	200						
H_2SO_4							
Тяжелые металлы:		0,0031	0,00001				
$Cr_2(SO_4)_3$							
$FeSO_4$		0,006	0,00003				
$NiSO_4$		2,40	0,012				
$CuSO_4$		0,40	0,002				
$ZnSO_4$		0,60	0,003				
		0,60	0,003				
Итого:	351,54	28,97			351,54	28,97	

Процессы и аппараты защиты окружающей среды в области обращения с отходами (7 семестр).

Темы для рефератов.

1. Виды энергетического воздействия на окружающую среду.

2. Твердые бытовые отходы (ТБО).

3. Основные требования, устройства и оборудование для транспортирования промышленных отходов.

4. Переработка металлургических шлаков.

5. Способы переработки отходов черной и цветной металлургии.

6. Обезвоживание и обогащение Гидрометаллургическая переработка.

7. Пирометаллургические методы переработки отходов металлургии.

8. Основные схемы и оборудование для утилизации металлолома.

9. Утилизация золошлаковых и кремнеземистых материалов.

10. Переработка отходов производства неорганических вяжущих, строительных материалов и химических производств.

11. Утилизация отходов переработки нефти и нефтепродуктов.

12. Переработка и утилизация отходов производства пластмасс.

13. Переработка и утилизация резиновых и резинотканевых отходов.

14. Утилизация древесных отходов.

15. Химическая переработка древесины.

16. Методы утилизации твёрдых бытовых отходов.

17. Требования к устройству и эксплуатации полигонов для захоронения промышленных и бытовых отходов.

18. Особенности захоронения, переработки и утилизации токсичных и радиоактивных отходов.

19. Основные виды энергетического воздействия на окружающую среду.

20. Использование вторичных энергетических ресурсов.

Оценивание доклада осуществляется следующим образом:

Критерии оценки реферата	*Количество баллов*
Задание выполнено в полном объеме	0-5
Использование новых источников литературы	0-3
Наличие пояснений (анализа), вывода по теме реферата	0-3
Применение понятийного аппарата, профессиональной терминологии	0-3
Итого	0-14

7-14 баллов (50-100%) - оценка «зачтено»

0-6 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Министерство науки и образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Расчетно-графическая работа
Вариант №…

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Студент ……

Екатеринбург, 2019

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

Министерство науки и образования Российской Федерации

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Реферат на тему…

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Студент _____
(Ф.И.О)

Группа:

Критерии оценивания:

Критерии оценки расчетно-графических работ	*Количество баллов*
Правильный порядок проведения расчётов	0-7
Правильность выбора исходной информации	0-3
Верность расчетов	0-3
Логичность заключения	0-3
Итого	0-16

8-16 баллов (50-100%) - оценка «зачтено»

0-7 балла (0-49%) - оценка «не зачтено»

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ЛАБОРАТОРНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Студенок А.Г., доцент, к.т.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Методические указания предназначены для выполнения лабораторных занятий по разделу «Процессы и аппараты защиты атмосферного воздуха» дисциплины «Процессы и аппараты защиты окружающей среды». В методических указаниях приведены примеры выполнения и оформления лабораторных работ по инженерному расчету пылегазоочистной аппаратуры (пылеосадительной камеры, циклона, полого форсуночного скруббера, скруббера Вентури, насадочного и тарельчатого абсорбера, адсорбера с «кипящим слоем» адсорбента).

СОДЕРЖАНИЕ

Лабораторная работа №1. «Расчет эффективности очистки воздуха в пылеосадительной камере»4
Лабораторная работа №2 «Инженерный расчет циклона» 10
Лабораторная работа №3 «Инженерный расчет полого форсуночного скруббера» 14
Лабораторная работа №4 «Инженерный расчет скруббера Вентури» 18
Лабораторная работа №5 «Инженерный расчет абсорбера для очистки газов» 22
Лабораторная работа №6 «Инженерный расчет адсорбера для очистки газов» 30

Лабораторная работа №1. «Расчет эффективности очистки воздуха в пылеосадительной камере»

Исходные данные:
Объемный расход газа (Vг), $м^3/с$ - 12
Длина камеры (L), м - 22
Ширина камеры (B), м - 4,5
Плотность частиц пыли ($\rho_ч$), кг/м3 - 2200
Плотность газа (ρ), кг/м3 - 1,2
Кинематическая вязкость газа (μ), Па/с - 0,0000222
Дисперсный состав пыли, %:

- 100 – 80 мкм - 30
- 80 – 60 мкм - 45
- 60 – 40 мкм - 10
- 40 – 20 мкм - 10
- 20 – 0 мкм - 5

1.Расчет скорости осаждения частиц пыли.

Для каждой фракции частиц рассчитывается значение критерия Архимеда (Ar) по уравнению (1.5). При расчете за диаметр частицы (d) принимается среднее значения диаметра частиц i—ой фракции (d_i).

Для фракции частиц 100 – 80 мкм:

$$d = \frac{100+80}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00009 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00009^3 (2200-1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 38{,}25$$

Для фракции частиц 80 – 60 мкм:

$$d = \frac{80+60}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00007 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00007^3 (2200-1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 17{,}99$$

Для фракции частиц 60 – 40 мкм:

$$d = \frac{60+40}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00005 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00005^3 (2200 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 6{,}56$$

Для фракции частиц 40 – 20 мкм:

$$d = \frac{40 + 20}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00003 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00003^3 (2200 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 1{,}42$$

Для фракции частиц 20 – 0 мкм:

$$d = \frac{20 + 0}{2} \cdot 10^{-6} = 0{,}00001 м$$

$$Ar = \frac{0{,}00001^3 (2200 - 1{,}2) \cdot 1{,}2}{0{,}0000222^2} \cdot 9{,}8 = 0{,}052$$

Результаты расчета критерия Ar записывают в таблицу 1.1.

Для каждой фракции частиц пыли по вычисленному значению критерия Ar рассчитывают значение критерия Рейнольдса (Re) (уравнения 1.6 – 1.8) и скорости осаждения частиц пыли (v_{oc}) (уравнение 1.4).

Для фракции частиц 100 – 80 мкм:

Ar = 38,25

$Re = 0{,}152 \cdot Ar^{0{,}715} = 0{,}152 \cdot 38{,}25^{0{,}715} = 2{,}058$

$$v_{oc} = \frac{Re \cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{2{,}058 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00009 \cdot 1{,}2} = 0{,}423 м/с$$

Для фракции частиц 80 – 60 мкм:

Ar = 17,99

$Re = 0{,}056 \cdot Ar = 0{,}056 \cdot 17{,}99 = 1{,}008$

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{1{,}008 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00007 \cdot 1{,}2} = 0{,}266 м/с$$

Для фракции частиц 60 – 40 мкм:

Ar = 6,56

Re=0,056·Ar = 0,056·6,56 = 0,367

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{0{,}367 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00005 \cdot 1{,}2} = 0{,}136 м/с$$

Для фракции частиц 40 – 20 мкм:

Ar = 1,42

Re=0,056·Ar = 0,056·1,42 = 0,08

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{0{,}08 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00003 \cdot 1{,}2} = 0{,}049 м/с$$

Для фракции частиц 20 – 0 мкм:

Ar = 0,052

Re=0,056·Ar = 0,056·0,052 = 0,0029

$$v_{oc} = \frac{\mathrm{Re}\cdot \mu}{d \cdot \rho} = \frac{0{,}0029 \cdot 0{,}0000222}{0{,}00001 \cdot 1{,}2} = 0{,}0054 м/с$$

Результаты расчета критерия Re и скорости осаждения для частиц пыли записывают в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. - Результаты расчета скорости осаждения частиц пыли

Средний диаметр частиц i-ой фракции (d_i), м	Критерий Архимеда (Ar)	Критерий Рейнольдса (Re)	Скорость осаждения частиц пыли, м/с (v_{oc})
0,00009	38,25	2,058	0,423
0,00007	17,99	1,008	0,266
0,00005	6,56	0,367	0,136
0,00003	1,42	0,08	0,049
0,00001	0,052	0,0029	0,0054

2. Расчет эффективности очистки газа от пыли.

Значения фракционной эффективности (ηi) очистки газа для каждой фракции частиц пыли рассчитывается по уравнению (1.3):

$$\eta_i = \frac{v_{oc_i} \cdot L \cdot B}{V_г} \cdot 100,\%,$$

где Vг – объемный расход газа ($м^3/с$);
L – длина камеры, м;
B – ширина камеры, м;
H – высота камеры, м;
v_{oc} – скорость осаждения частицы, м/с.

Если расчетное значение превышает 100%, то фактическое значение фракционной эффективности принимается равное 100%.

Для фракции частиц 100 – 80 мкм:

$$\eta_i = \frac{0,423 \cdot 22 \cdot 4,5}{12} \cdot 100 = 349\%$$

Принимаем значение η = 100%

Для фракции частиц 80 – 60 мкм:

$$\eta_i = \frac{0,266 \cdot 22 \cdot 4,5}{12} \cdot 100 = 219,7\%$$

Принимаем значение η = 100%

Для фракции частиц 60 – 40 мкм:

$$\eta_i = \frac{0,136 \cdot 22 \cdot 4,5}{12} \cdot 100 = 112,1\%$$

Принимаем значение η = 100%

Для фракции частиц 40 – 20 мкм:

$$\eta_i = \frac{0,049 \cdot 22 \cdot 4,5}{12} \cdot 100 = 40,36\%$$

Для фракции частиц 20 – 0 мкм:

$$\eta_i = \frac{0,0054 \cdot 22 \cdot 4,5}{12} \cdot 100 = 4,48\%$$

Результаты расчета записываются в таблицу 1.2.

Таблица 1.2 - Результаты расчета эффективности очистки газа от пыли

Средний диаметр частиц i-ой фракции, м	0,00009	0,00007	0,00005	0,00003	0,00001
Фракционная эффективность очистки, %	100	100	100	40,36	4,48
Общая эффективность очистки газа от пыли, %	89,26				

Общая эффективность очистки газа от пыли в пылеосадительной камере рассчитывается по уравнению (1.9):

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta_{i,} \%,$$

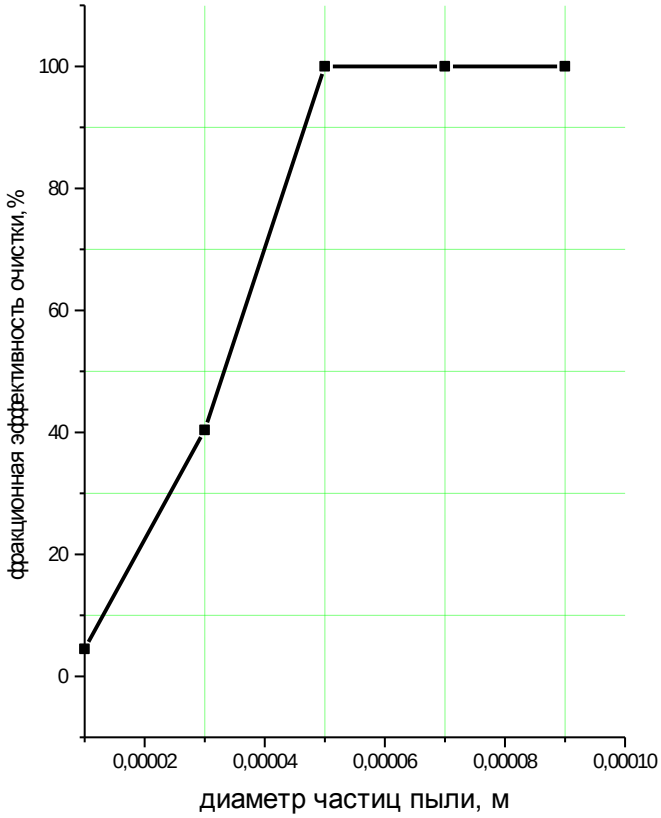
где Pi – содержание i-ой фракции частиц пыли, %

ηi – эффективность улавливания i-ой фракции частиц, доли единицы.

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta_i = 30 \cdot 1 + 45 \cdot 1 + 10 \cdot 1 + 10 \cdot 0{,}4036 + +5 \cdot 0{,}0448 = 89{,}26\%$$

Результат расчета записывается в таблицу 1.2.

По данным таблицы 1.2 строится график зависимости фракционной эффективности очистки газа в зависимости от диаметра частиц пыли.



Зависимость фракционной эффективности очистки газа в пылеосадительной камере от диаметра частиц пыли.

Лабораторная работа №2 «Инженерный расчет циклона»

Исходные данные:

Исходные данные для расчета:

1. Объемный расход газа, $м^3/с$ (V) – 15,0
2. Начальная (Сн) запыленность газа, $г/м^3$ – 45,0
3. Конечная (Ск) запыленность газа, $г/м^3$ – 8,0
4. Плотность частиц пыли (ρч), $кг/м^3$ – 2500
5. Плотность газа (ρг), $кг/м^3$ – 1,2
6. Дисперсный состав пыли, %:
   - 60-80 мкм – 5,0
   - 40-60 мкм – 20,0
   - 20-40 мкм – 30,0
   - 10-20 мкм – 15,0
   - 5-10 мкм – 15,0
   - 0-5 мкм – 15,0

1. Расчет величины требуемой эффективности очистки газа в циклоне.

Расчет требуемой эффективности очистки производится по уравнению:

$$\eta = \frac{C_H - C_K}{C_H} \cdot 100 \ , \%$$

где C_H, C_K – соответственно запыленность газа на входе и выходе из циклона, $г/м^3$.

$$\eta = \frac{45-8}{45} \cdot 100 = 82{,}2\%$$

2.Определение характеристик дисперсности пыли.

Для определения d_{50} (медианный диаметр частиц пыли) и $\lg\delta_\eta$ (стандартное отклонение диаметра частиц от медианного диаметра) выполняется графическая обработка данных по дисперсному составу пыли.

По исходным данным, характеризующим дисперсный состав улавливаемой в циклоне пыли, рассчитывается ее дисперсный состав по «полным проходам» частиц для среднего диаметра частиц фракций.

Средний размер частиц фракции, мкм	Относительное содержание, %	Суммарное содержание частиц, %
2,5	5	15
7,5	15	30
15	15	45
30	30	75
50	20	95
70	5	100

По полученным данным строится график дисперсного состава пыли по «полным проходам» частиц и определяем значения d_{50} и d_{84} (рисунок 2.1):

d_{50} = 17,7 мкм

d_{84} = 39,15 мкм

Значение $\lg\delta_\eta$ определяется по уравнению:

$$\lg\delta_\eta = \lg d_{84} - \lg d_{50} ,$$

$$\lg\delta_\eta = \lg 39{,}15 - \lg 17{,}7 = 1{,}59 - 1{,}25 = 0{,}34$$

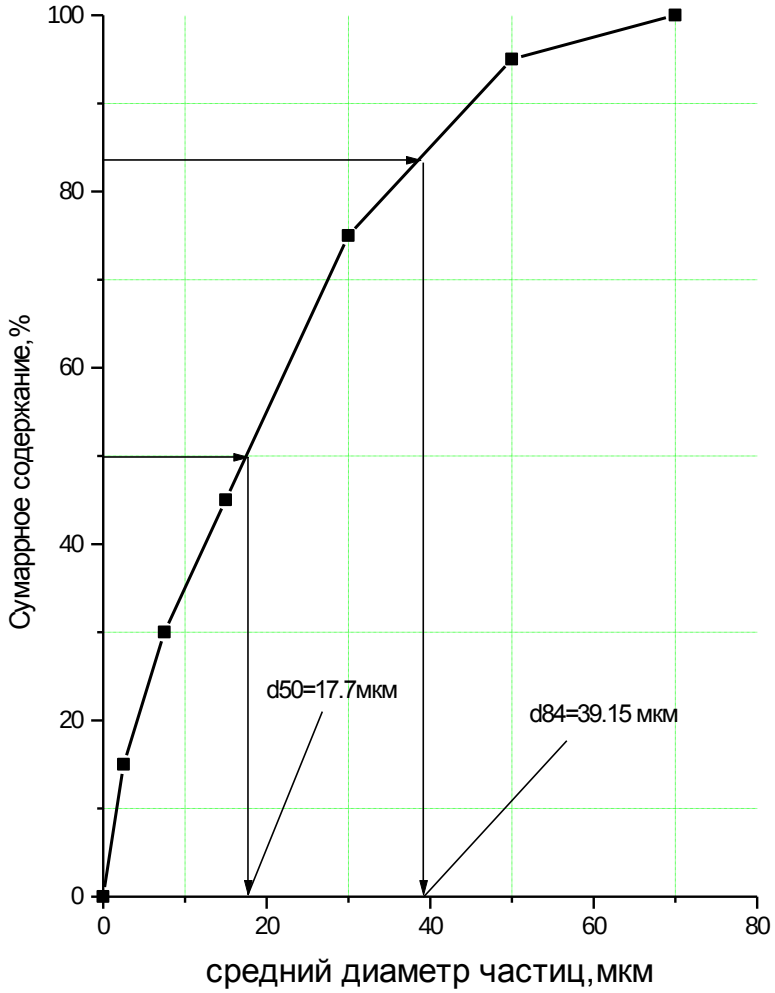


Рисунок 2.1. Дисперсный состав пыли по «полным проходам»

3. Выбор типа циклона.

По значению d_{50} и данным таблицы 2.1. выбирают тип циклона.

Принимаем циклон ЦН – 24. Для этого циклона значение $d^{т} = 8,5$ мкм, $\lg\delta_{\eta}{}^{т} = 0,308$, $w_{опт} = 4,5$ м/с.

4.Расчет диаметра циклона.

Диаметр цилиндрической части циклона рассчитывается по уравнению 2.2:

$$D = \sqrt{\frac{V}{0.785 \cdot w_{опт} \cdot n}}, \text{ м}$$

$$D = \sqrt{\frac{15}{0.785 \cdot 4.5 \cdot 1}} = 2.06 м$$

Рассчитанное значение диаметра округляют до ближайшего значения типоразмерного ряда ($D_т$): **200, 300, 400, 500, 600, 700, 800, 900, 1000, 1200, 1400, 1600, 1800, 2000, 2400 и 3000 мм.**

Для условий расчета принимаем Dт =2000 мм (2,0 м).

5.Расчет фактической скорости газа в циклоне ($w_ф$).

Расчет фактической скорости газа в циклоне производится по уравнению (2.3):

$$w_ф = \frac{V}{0.785 \cdot D_T^2 \cdot n}, \text{ м/с}$$

$$w_ф = \frac{15}{0.785 \cdot 2^2 \cdot 1} = 4.78 м/с$$

6.Расчет гидравлического сопротивления циклона.

Гидравлическое сопротивление циклона рассчитывается по уравнению:

$$\Delta p = 0,5 \cdot \zeta \cdot \rho \cdot w_ф{}^2, \text{ Па}$$

где ρ - плотность газа при рабочих условиях, кг/м^3;

Коэффициент гидравлического сопротивления ξ рассчитывается по уравнению:

$$\xi = К \cdot \xi_{500},$$

где К – поправочный коэффициент, учитывающий запыленность газа (таблица 2.2);

ξ_{500} – коэффициент гидравлического сопротивления типового циклона (таблица 2.3).

$$\xi = К \cdot \xi_{500}$$
$$\xi = 0,9 \cdot 80 = 72$$

$$\Delta p = 0,5 \cdot 72 \cdot 1,2 \cdot 4,78^2 = 987,0 \text{ Па}$$

7. Определение фактической эффективности очистки газа в циклоне.

По уравнению (2.6) рассчитывают диаметр частиц, улавливаемых на 50% при фактических условиях работы циклона (d). При расчете принимают для типового циклона следующие значения параметров:

$D_т^т = 600$ мм, $\rho_ч^т = 1930$ кг/м^3; $\mu^т = 22{,}2 \cdot 10^{-6}$ Па·с; $w_{опт} = 3{,}5$ м/с.

$$d = d^T \sqrt{\frac{D_T \rho^T{}_ч \cdot \mu \cdot w_{опт}}{D_T^T \cdot \rho_ч \cdot \mu^T \cdot w_ф}} = 8{,}5\sqrt{\frac{2000 \cdot 1930 \cdot 22{,}2 \cdot 10^{-6} \cdot 3.5}{600 \cdot 2500 \cdot 22.2 \cdot 10^{-6} \cdot 4.78}} = 11.67 мкм$$

По уравнению (2.5) рассчитывают значение параметра **X:**

$$x = \frac{\lg(d_{50}/d)}{\sqrt{\lg^2 \delta_\eta{}^T + \lg^2 \delta_\eta}} = \frac{\lg(17{,}7/11{,}67)}{\sqrt{0{,}308^2 + 0{,}33^2}} = 0.398$$

Затем по графикам на рисунке 2.4 и 2.5 определяют значение функции распределения **Ф(x).**

По уравнению 2.4 рассчитывают эффективность очистки от пыли для выбранного типа циклона:

По значению параметра X=0,398 определяем значение функции Ф(X) (рисунок 2.2).

$$Ф(X) = 0{,}655$$

Эффективность очистки газа в циклоне при заданных условиях определяется по уравнению 2.4:

$$\eta = 0{,}5[1 + Ф(x)] \cdot 100, \%$$

$$\eta = 0{,}5[1 + 0{,}655] \cdot 100 = 82{,}75\%$$

Результаты расчета циклона записывают в таблицу 2.1.

Таблица 2.1 – Результаты расчета циклона

Тип циклона	ЦН-24
Действительная скорость газа в циклоне, м/с	4,78
Диаметр циклона, мм	2000
Гидравлическое сопротивление циклона, Па	978,0
Расчетная эффективность очистки, %	82,75

Лабораторная работа №3
«Инженерный расчет полого форсуночного скруббера»

Исходные данные для расчета:

1. Объемный расход газа (V), $м^3/с$ - 10,0;
2. Начальная запыленность газа (Сн), $г/м^3$ -10,0;
3. Плотность частиц пыли (ρч), $кг/м^3$ – 3000;
4. Плотность газа (ρг), $кг/м^3$ - 1,2;
5. Плотность орошающей жидкости (ρж), $кг/м^3$ – 1000;
6. Вязкость газа (μ),Па·с – $2{,}22 \cdot 10^{-5}$;
7. Дисперсный состав пыли, %:
   - 0-2 мкм - 10,0
   - 2-5 мкм - 35,0
   - 5-10 мкм - 35,0
   - 10-20 мкм - 15,0
   - 20-30 мкм - 5,0

1.**Определение диаметра и высоты скруббера.**

Используя уравнения (3.1) рассчитывают диаметр скруббера. Для предотвращения каплеуноса линейная скорость газа (w) принимается не более 2 м/с :

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w}}, \text{ м}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3.14 \cdot 2}} = 2{,}52 м$$

Принимаем диаметр скруббера 2,5 м (2500 мм).

Высота скруббера (Н) рассчитывается по уравнению (3.2):

$H = 2{,}5 \cdot D$, м

$H = 2{,}5 \cdot 2{,}5 = 6{,}25$ м.

Принимаем высоту скруббера равную 6,3 м (6300 м).

2. Определение расхода орошающей жидкости.

Расход жидкости, подаваемой на орошение аппарата (Vж) определяется по уравнению (3.3):

$$Vж = m \cdot V, \ м^3/с$$

Удельный расход орошающей жидкости (m) выбирается в зависимости от начальной запыленности газа (см. раздел 3.1). Для заданных условий начальной запыленности газа 10 г/м3 принимаем значение $m = 0{,}006$ $м^3/м^3$ газа.

$$Vж = 0{,}006 \cdot 10 = 0{,}06 \ м^3/с$$

3.Расчет эффективности захвата частиц пыли каплями воды.

По уравнениям (3.7 и 3.6) рассчитывают значения критерия Стокса (Stk) и эффективность захвата каплями жидкости частиц пыли ($\eta_з$) для каждой фракции улавливаемой пыли. При расчете критерия Стокса принят средний диаметр капель орошающей жидкости ($d_к$) равный $1 \cdot 10^{-3}$ м (1 мм).

Фракция 0 – 2 мкм (средний диаметр частиц $d_ч = 1$ мкм или $1 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(1 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.015$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 0.015^2 / (0.015 + 0.35)^2 = 0.0017$$

Фракция 2 – 5 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 3,5 мкм или $3{,}5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(3.5 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.18$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 0.18^2 / (0.18 + 0.35)^2 = 0.119$$

Фракция 5 – 10 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 7,5 мкм или $7{,}5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(7.5 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 0.84$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 0.84^2 / (0.84 + 0.35)^2 = 0.50$$

Фракция 10 – 20 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 15 мкм или $15 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(15 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 3.38$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 3.38^2 / (3.38 + 0.35)^2 = 0.82$$

Фракция 20 – 30 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 25 мкм или $25 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{3000 \cdot 2 \cdot \left(25 \cdot 10^{-6}\right)^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 1 \cdot 10^{-3}} = 9.38$$

$$\eta_з = Stk^2 / \left(Stk + 0.35\right)^2 = 9.38^2 / (9.38 + 0.35)^2 = 0.93$$

Результаты расчета записывают в таблицу 3.1.

Таблица 3.1.- Результаты расчета эффективность захвата частиц пыли каплями воды ($\eta_{зi}$)

Фракция	Средний диаметр частиц i-ой фракции, м ($d_{ч_i}$)	Критерий Стокса (Stk_i)	Эффективность захвата каплями ($\eta_{зi}$)
0-2 мкм	1	0,015	0,0017
2-5 мкм	3,5	0,18	0,119
5-10 мкм	7,5	0,84	0,5
10-20 мкм	15	3,38	0,82
20-30 мкм	25	9,38	0,93

4.Определение фракционной эффективности улавливания частиц пыли (ηi). Расчет фракционной эффективности для частиц пыли различных фракций производится по уравнению (3.5). Предварительно рассчитывают скорость осаждения капель орошающей жидкости ($\nu_{ос}$).

Для определения $\nu_{ос}$ рассчитывают значение критерия Архимеда (Ar) для капель жидкости диаметром $d_к$:

$$Ar = \frac{d_к^{\,3}(\rho_ж - \rho_г)\cdot\rho_г}{\mu^2}\cdot g = \frac{(1\cdot10^{-3})^3(1000-1{,}2)\cdot1{,}2}{(2{,}22\cdot10^{-5})^2}\cdot 9{,}8 = 23833$$

По значению критерия Ar рассчитывают величину критерия Рейнольдса (Re):

- $Re=0.056\cdot Ar$ (при $Ar < 20$);
- $Re=0.152\cdot Ar^{0,715}$ ($Ar = 20 – 345\,000$);
- $Re=1.74\cdot Ar^{0,5}$ (при $Ar > 345000$).

Для полученного значения Ar = 23833 значение критерия Re равно:

$Re = 0.152\cdot 23833^{0.715} = 204.9$

По вычисленному значению Re определяют скорость осаждения капель орошающей жидкости:

$$\nu_{ос} = \frac{Re\cdot\mu}{d_к\cdot\rho_г} = \frac{204{,}9\cdot2{,}22\cdot10^{-5}}{1\cdot10^{-3}\cdot1{,}2} = 3{,}79 м/с$$

Эффективность улавливания фракция 0 – 2 мкм:

$$\eta_i = 1-\exp\left[-\frac{3V_ж\eta_з(w+\nu_{ос})H}{2V_г d_к}\right] = 1-\exp\left[-\frac{3\cdot0.06\cdot0.0017\cdot(2+3.79)}{2\cdot10\cdot1\cdot10^{-3}}\right] = 0{,}088$$

Эффективность улавливания фракция 2 – 5 мкм:

$$\eta_i = 1-\exp\left[-\frac{3V_ж\eta_з(w+\nu_{ос})H}{2V_г d_к}\right] = 1-\exp\left[-\frac{3\cdot0.06\cdot0.119\cdot(2+3.79)}{2\cdot10\cdot1\cdot10^{-3}}\right] = 1.0$$

Эффективность улавливания фракция 5 – 10 мкм:

$$\eta_i = 1-\exp\left[-\frac{3V_ж\eta_з(w+\nu_{ос})H}{2V_г d_к}\right] = 1-\exp\left[-\frac{3\cdot0.06\cdot0.5\cdot(2+3.79)}{2\cdot10\cdot1\cdot10^{-3}}\right] = 1.0$$

Эффективность улавливания фракция 10 – 20 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.82 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Эффективность улавливания фракция 20 – 30 мкм:

$$\eta_i = 1 - \exp\left[-\frac{3V_{ж}\eta_з (w + v_{ос})H}{2V_г d_к} \right] = 1 - \exp\left[-\frac{3 \cdot 0.06 \cdot 0.93 \cdot (2 + 3.79)}{2 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 10^{-3}} \right] = 1.0$$

Результаты расчета записываются в таблицу 3.2.

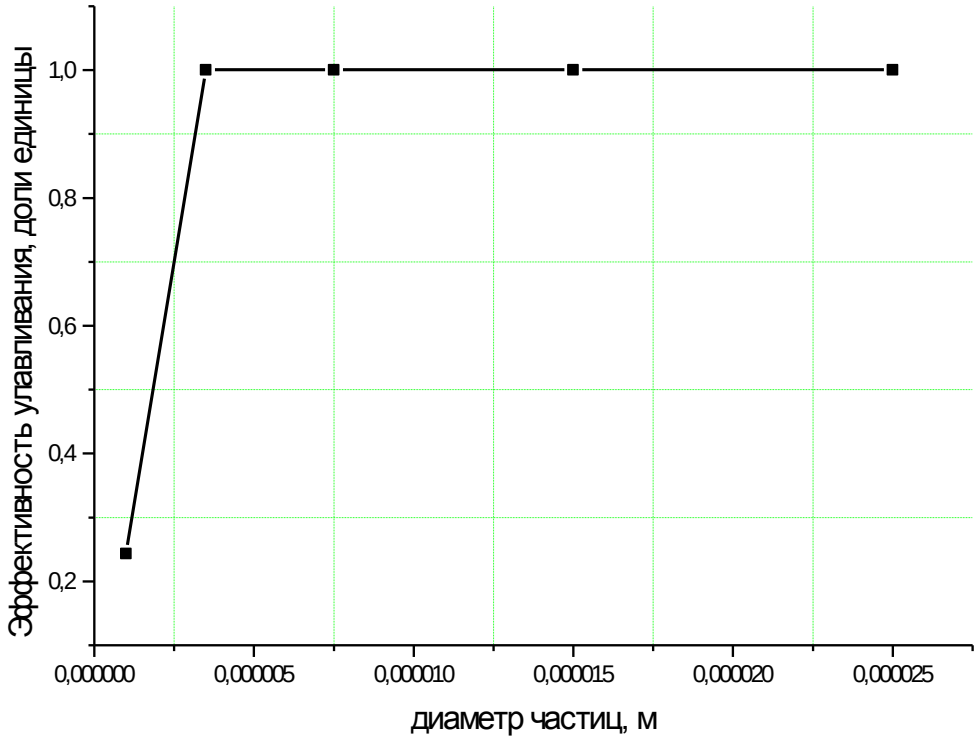
Таблица 3.2.- Результаты расчета фракционной эффективности улавливания частиц пыли

Фракция	ηi, фракционная эффективность,дол.ед.
0-2 мкм	0,088
2-5 мкм	1,0
5-10 мкм	1,0
10-20 мкм	1,0
20-30 мкм	1,0

По результатам расчета (таблица 3.2) строят график зависимости фракционной эффективности улавливания от диаметра частиц.

5.Определение общей эффективности улавливания пыли в скруббере (η). Общая эффективность очистки газа от пыли рассчитывается по уравнению (3.4):

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta_i = 0.088 \cdot 10 + 1 \cdot 35 + 1 \cdot 35 + 1 \cdot 15 + 1 \cdot 5 = 90.88\%$$



Зависимость эффективности улавливания от диаметра частиц пыли

Лабораторная работа №4 «Инженерный расчет скруббера Вентури»

Исходные данные для расчета:

1. Объемный расход газа (V), $м^3/с$ -10,0;
2. Линейная скорость газа:
   - входное сечение конфузора (wк), м/с – 12;
   - горловина(wг), м/с – 120;
   - выходное сечение диффузора (wд), м/с – 16;
3. Угол сужения конфузора ($\alpha 1$) - 28^o;
4. Угол раскрытия диффузора ($\alpha 2$) - 7^o;
5. Начальная запыленность газа (Сн), $г/м^3$ - 45,0
6. Плотность частиц пыли ($\rho ч$), $кг/м^3$ – 2500
7. Плотность газа ($\rho г$), $кг/м^3$ - 1,2
8. Плотность жидкости ($\rho ж$), $кг/м^3$ - 1000
9. Удельный расход орошающей жидкости (m), $м^3/м^3$ газа - 0,0012 $м^3/м^3$;
10. Дисперсный состав пыли, %:
    - 0-1 мкм - 30,0;
    - 1-2 мкм - 45,0;
    - 2-5 мкм - 15,0;
    - 5-10 мкм - 5,0;
    - 10-20 мкм - 5,0.

1.Расчет основных конструктивных размеров трубы Вентури.

Диаметры входного сечения конфузора, горловины и выходного сечения трубы Вентури рассчитываются исходя из заданного расхода газа и линейной скорости газа в отдельных частях трубы:

Диаметр входного сечения конфузора:

$$D_к = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_к}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3{,}14 \cdot 12}} = 1{,}03 м$$

Диаметр горловины:

$$D_г = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_г}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3{,}14 \cdot 120}} = 0{,}33 м$$

Диаметр выходного сечения диффузора:

$$D_д = \sqrt{\frac{4 \cdot V}{\pi \cdot w_д}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 10}{3{,}14 \cdot 16}} = 0{,}89 м$$

Длина конфузора, горловины и диффузора рассчитываются по уравнениям (4.1 - 4.3).

Длина конфузора (lк):

$$l_к = \frac{(D_к - D_г)}{2tg(\alpha_1 / 2)} = \frac{1.03 - 0.33}{2tg\left(\frac{28}{2}\right)} = 1{,}4 м$$

Длина горловины (lг):

$l_г = 0{,}5\ D_г = 0{,}5 \cdot 0{,}33 = 0{,}165$ м

Длина диффузора (l*д*)

$$l_д = \frac{(D_д - D_г)}{2tg(\alpha_2 / 2)} = \frac{0.89 - 0.33}{2tg\left(\frac{7}{2}\right)} = 4.6 м$$

Результаты расчета записываются в таблицу.

Таблица - Результаты расчета основных конструктивных размеров трубы Вентурри.

Конструктивный размер	Значение
Диаметр входного сечения конфузора, м	1,03
Длина конфузора, м	0,33
Диаметр горловины, м	0,89
Длина горловины, м	1,4
Диаметр выходного сечения диффузора, м	0,165
Длина диффузора, м	4,6

2.Расчет эффективности очистки газа в трубе Вентури.

Для расчета эффективности очистки по уравнению (4.10) предварительно рассчитывают средний диаметр капель жидкости, распыляемой в трубе Вентури:

$$d_к = \left(\frac{4860}{w_г} + 16{,}3 \cdot m^{1{,}5} \right) \cdot 10^{-6} = \left(\frac{4860}{120} + 16{,}3 \cdot 0{,}0012^{1{,}5} \right) \cdot 10^{-6} = 0{,}000041 м$$

По уравнению (4.9) для каждой фракции частиц улавливаемой пыли рассчитывается фракционная эффективность очистки.

Эффективность улавливания фракция 0 – 1 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 0,5 мкм или $5 \cdot 10^{-7}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (5 \cdot 10^{-7})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4{,}1 \cdot 10^{-5}} = 4{,}68$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000 C \cdot m \sqrt{Stk}} = 1 - e^{-1000 \cdot 1.45 \cdot 0{,}0012 \sqrt{4{,}68}} = 0{,}977$$

Эффективность улавливания фракция 1 – 2 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 1,5 мкм или $1{,}5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (1{,}5 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4.1 \cdot 10^{-5}} = 42{,}09$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000 C \cdot m \sqrt{Stk}} = 1 - e^{-1000 \cdot 1.45 \cdot 1{,}2 \cdot \sqrt{42{,}09}} = 0{,}999$$

Эффективность улавливания фракция 2 – 5 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 3,5 мкм или $3{,}5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (3{,}5 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4.1 \cdot 10^{-5}} = 229{,}14$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000 C \cdot m \sqrt{Stk}} = 1 - e^{-1000 \cdot 1.45 \cdot 1{,}2 \cdot \sqrt{229{,}14}} = 1{,}0$$

Эффективность улавливания фракция 5 – 10 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 7,5 мкм или $7{,}5 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (7{,}5 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4{,}1 \cdot 10^{-5}} = 1052{,}17$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000 C \cdot m \sqrt{Stk}} = 1 - e^{-1000 \cdot 1.45 \cdot 1{,}2 \cdot \sqrt{1052{,}17}} = 1{,}0$$

Эффективность улавливания фракция 10 – 20 мкм (средний диаметр частиц $d_ч$ = 15 мкм или $15 \cdot 10^{-6}$ м):

$$Stk = \frac{\rho_ч \cdot w_г \cdot d_ч^2}{18\mu \cdot d_к} = \frac{2500 \cdot 120 \cdot (15 \cdot 10^{-6})^2}{18 \cdot 2.22 \cdot 10^{-5} \cdot 4{,}1 \cdot 10^{-5}} = 4208{,}68$$

C = 1,45 (для $l_г$ = 0.165, см. табл. 4.1)

$$\eta_i = 1 - e^{-1000 C \cdot m \sqrt{Stk}} = 1 - e^{-1000 \cdot 1.45 \cdot 1{,}2 \cdot \sqrt{4208{,}68}} = 1{,}0$$

Общая эффективность очистки газа от пыли в скруббере Вентури рассчитывается по уравнению (2.22):

$$\eta_{общ.} = \sum_{i=1}^{n} P_i \cdot \eta = 30 \cdot 0.977 + 45 \cdot 0.999 + 15 \cdot 1{,}0 + 5 \cdot 1{,}0 + 5 \cdot 1{,}0 = 99{,}3\%$$

Общая эффективность очистки газа от пыли рассчитывается по уравнению (4.8). Результаты расчета записываются в таблицу.

Таблица - Результаты расчета фракционной эффективности улавливания частиц пыли

Фракция, мкм (мм)	ηi, фракционная эффективность, дол.ед.
0,5 мкм ($5 \cdot 10^{-7}$ м)	0,977
1,5 мкм ($1{,}5 \cdot 10^{-6}$ м)	0,999
3,5 мкм ($3{,}5 \cdot 10^{-6}$ м)	1,0
7,5 мкм ($7{,}5 \cdot 10^{-6}$ м)	1,0
15 мкм ($15 \cdot 10^{-6}$ м)	1,0

3. Расчет гидравлического сопротивления трубы Вентурри.

Коэффициент гидравлического сопротивления сухой трубы определяется по уравнению (4.6):

$$\zeta_c = 0{,}165 + 0{,}034 \cdot (l_г / D_г) \cdot [0{,}06 + 0{,}028 \cdot (l_г / D_г)] \cdot M$$

$$\zeta_c = 0{,}165 + 0{,}034 \cdot (0.165 / 0.33) \cdot [0{,}06 + 0{,}028 \cdot (0.165 / 0.33)] \cdot 0.120 / 340 =$$

$$= 0.165$$

Гидравлическое сопротивление сухой трубы Вентури определяется по формуле (4.5):

$$\Delta p_г = \frac{\zeta_с \, w_г^2 \, \rho_г}{2} = \frac{0.165 \cdot 120^2 \cdot 1.2}{2} = 1429{,}4 Па$$

Коэффициент гидравлического сопротивления, учитывающий ввод в трубу распылитель орошающей жидкости (уравнение 4.7):

$$\zeta_ж = A \cdot m^{1+B}$$

$A = 1{,}68 \, (l_г / d_г)^{0{,}29} = 1{,}68 \cdot (0{,}165/0{,}33)^{0{,}29} = 1{,}37$

$(1 + B) = 1 - 1{,}12 \, (l_г / d_г)^{-0{,}045} = 1\text{-}1{,}12 \cdot (0{,}165/0{,}33)^{-0{,}045} = -0{,}155$

$$\zeta_ж = 0.137 \cdot 0.0012^{-0.155} = 3{,}91$$

Гидравлическое сопротивление, обусловленное вводом орошающей жидкости, определяется по формуле (см. уравнение 4.7):

$$\Delta p_ж = \zeta_ж \cdot (w_г^2 \cdot \rho_ж / 2) \cdot m = 3{,}91 \cdot \left(120^2 \cdot 1000 / 2\right) \cdot 0.0012 = 33780{,}7 Па$$

Полное гидравлическое сопротивление трубы Вентурри:

$\Delta p = \Delta p_г + \Delta p_ж = 1429{,}4 + 33780{,}7 = 35210{,}1$ Па

Результаты расчета гидравлического сопротивления трубы Вентури.

Параметр	Значение
Гидравлическое сопротивление сухой трубы, Па	1429,4
Гидравлическое сопротивление, обусловленное вводом орошающей жидкости, Па	33780,7
Полное гидравлическое сопротивление, Па	35210,1

Лабораторная работа №5
«Инженерный расчет абсорбера для очистки газов»
Насадочный абсорбер

Исходные данные для расчета:

1.Объемный расход газа, $м^3/с$ (V)	– 30,0
2.Улавливаемое вещество	- HF (фтористый водород)
3.Абсорбент	– раствор карбоната натрия Na_2CO_3 (10%)
4. Начальная ($У_1$) концентрация загрязняющего вещества на входе в абсорбер, $кг/м^3$	– 0,2
5. Конечная концентрация загрязняющего вещества на выходе из абсорбера ($У_2$), $кг/м^3$	– 0,008
6. Начальная (X_1) концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$	– 3,0
7. Конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте (X_2), $кг/м^3$	– 33,0
8.Плотность газа ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 1,29
9.Вязкость газа ($\mu_г$), Па·с	– 0,000022
10.Плотность абсорбента ($\rho_ж$), $кг/м^3$	– 1100
11.Вязкость абсорбента ($\mu_ж$), Па·с	– 0,001
12.Применяемая насадка	– Кольца Паля керамические

1. Определение расхода абсорбента.

Объемный расход абсорбента (L) находится по уравнению (5.1):

$$L = V\frac{Y_1 - Y_2}{X_2 - X_1} = 30 \cdot \frac{0.2 - 0.008}{33 - 3} = 0.192 \text{, м}^3/\text{с}$$

где V – расход газовой смеси, $м^3/с$;
Y_1, Y_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в газовой смеси, $кг/м^3$ газа;
X_1,X_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$ абсорбента.

По полученной величине L рассчитываем массовый расход абсорбента (m):

$$m = L \cdot \rho_ж = 0{,}192 \cdot 1100 = 211{,}2 \text{ кг/с}$$

где $\rho_ж$ – плотность абсорбента, $кг/м^3$.

2.Расчет основных геометрических размеров абсорбера

2.1. Расчет диаметра абсорбера

По уравнению (5.4) рассчитывают скорость газа для режима «захлебывания» насадки:

$$\lg W_з = 0{,}0395 - 0{,}5\lg A - 0{,}875 \cdot \left(\frac{m}{q}\right)^{0{,}25}\left(\frac{\rho_г}{\rho_ж}\right)^{0{,}125}$$

где A - комплекс величин:

$$A = \frac{a \cdot \rho_г \cdot \mu_ж^{0{,}16}}{g \cdot S_{св}^3 \cdot \rho_ж} = \frac{170 \cdot 1{,}29 \cdot 0{,}001^{0{,}16}}{9{,}8 \cdot 0{,}9^3 \cdot 1100} = 0{,}00924$$

a - удельная поверхность насадки, $м^2/м^3$ (таблица 5.2);
$\rho_г$ - плотность газа, $кг/м^3$;
$\rho_ж$ - плотность абсорбента, $кг/м^3$;

$\mu_ж$ - вязкость абсорбента, н·с/м^2;
$S_{св}$ - свободное сечение насадки, м^2/м^2 (таблица 3.4);
m - массовый расход абсорбента, кг/с;
q - массовый расход газа (q = Q·$\rho_г$= 30·1,29=38,7), кг/с.

$$\lg W_з = 0{,}0395 - 0{,}5\lg 0{,}00924 - 0{,}875 \cdot \left(\frac{211{,}2}{38{,}7}\right)^{0{,}25}\left(\frac{1{,}29}{1100}\right)^{0{,}125} =$$

= 0,481

Скорость газа ($W_з$)при «захлебывании» насадки:

$$W_з = 10^{\lg W_з} = 10^{0.481} = 3.03 \text{ м/с}$$

Фиктивная скорость газа в насадке (W_0) определяется по уравнению (5.3 а):

$W_0 = 0{,}9 \cdot W_з = 0{,}9 \cdot 3{,}03 = 2{,}73$ м/с

Диаметр абсорбера рассчитывается по уравнению (5.3):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3.14 \cdot 2.73}} = 3{,}74 \text{ м}$$

где Q – объемный расход газа, м^3/с;
w_0 – фиктивная скорость газа в абсорбере, м/с.

2.2.Расчет высоты слоя насадки

По уравнению (5.7) производят расчет коэффициента массопередачи (К):

$$K = 0{,}407 \cdot Re_г^{0{,}655} \cdot Pr_г^{0{,}333} \cdot D_г \cdot d_э^{-1}$$

где $Re_г$ - критерий Рейнольдса для газовой фазы;
Pr - диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы;
Dг - коэффициент диффузии, м^2/с;
dэ - эквивалентный диаметр насадки

Значение $Re_г$ определяется по уравнению (5.8):

$$Re_г = \frac{4 \cdot w_0 \cdot \rho_г}{a \cdot \mu} = \frac{4 \cdot 2{,}73 \cdot 1{,}29}{170 \cdot 0{,}000022} = 3761{,}51$$

где w_0 - фиктивная скорость газа в насадке, м/с;
$\rho_г$- плотность газа, кг/м^3;
а - удельная поверхность насадки ,м^2/м^3 (а = 170, таблица 5.2);
μ- вязкость газа, Па·с.

Значение Pr определяется по уравнению (5.9):

$$Pr_г = \frac{\mu}{\rho_г \cdot D_г} = \frac{0{,}000022}{1{,}29 \cdot 1{,}62 \cdot 10^{-5}} = 1{,}05$$

где Dг - коэффициент диффузии, м^2/с (Dг =1,62·10^{-5}, таблица 5.5)

Эквивалентный диаметр насадки (dэ) рассчитывается по уравнению (5.10):

$$d_э = \frac{4 \cdot S_{св}}{a} = \frac{4 \cdot 0{,}9}{170} = 0{,}021 \text{ м}$$

где а - удельная поверхность насадки, м^2/м^3 (а = 170, таблица 5.2);
Sсв. – свободное сечение насадки, м2/м2 (Sсв.=0,9, таблица 5.2).

Значение коэффициента массопередачи (К):

$$K = 0{,}407 \cdot 3761{,}512^{0{,}655} \cdot 1{,}05^{0{,}333} \cdot 1{,}62 \cdot 10^{-5} \cdot 0{,}021^{-1} = 0{,}070 \text{ м/с}$$

Высота слоя насадки (Н) необходимой для достижения требуемой степени очистки газа производится по уравнению (5.18):

$$H = \frac{M}{K \cdot a \cdot S_{св} \cdot \Delta Y_{ср}} = \frac{5{,}76}{0{,}07 \cdot 170 \cdot 0{,}9 \cdot 0{,}0597} = 9{,}1 \text{ м}$$

где М - масса улавливаемого загрязняющего вещества, кг/с (уравнение 5.19)

$$M = Q \cdot (Y_1 - Y_2) = 30 \cdot (0{,}2 - 0{,}008) = 5{,}76 \text{ кг/с}$$

ΔYср. - средняя движущая сила процесса абсорбции, кг/м^3 (уравнение 5.20)

$$\Delta Y = \frac{Y_1 - Y_2}{2{,}3 \lg \frac{Y_1}{Y_2}} = \frac{0{,}2 - 0{,}008}{2{,}3 \cdot \lg \frac{0.2}{0.008}} = 0{,}0597 \text{ кг/м}^3$$

К – коэффициент массопередачи, м/с;
а – удельная поверхность насадки, м^2/м^3;
Sсв. – свободное сечение насадки, м^2/м^2 .

2.3. Расчет гидравлического сопротивления абсорбера

Гидравлическое сопротивление насадочного абсорбера рассчитывается по уравнению (5.24):

$$\Delta P = 10^{U \cdot b} \Delta p_{сух} = 10^{0{,}01755 \cdot 1{,}2} \cdot 6324{,}39 = 49475{,}98 \text{ Па}$$

где $\Delta p_{сух}$ – гидравлическое сопротивление сухой насадки, Па;

$$\Delta p_{сух} = \lambda \frac{H}{d_э} \cdot \frac{w_0^{\,2} \cdot \rho_г}{2} = 3{,}08 \frac{9{,}1}{0{,}021} \cdot \frac{2{,}73^2 \cdot 1{,}29}{2} = 6324{,}39 \text{ Па}$$

w_0 – фиктивная скорость газа в насадочном абсорбере, м/с;
Н – высота слоя насадки, м;
$d_э$ – эквивалентный диаметр насадки, м;
λ - коэффициент гидравлического сопротивления (при $Re_г > 40$)

$$\lambda = \frac{16}{Re_г^{\,0{,}2}} = \frac{16}{3761{,}5^{0{,}2}} = 3{,}08$$

U – плотность орошения, м^3/м^2·с

$$U = \frac{4 \cdot L}{\pi \cdot D^2} = \frac{4 \cdot 0{,}192}{3{,}14 \cdot 3{,}74^2} = 0{,}0175 \text{ м}^3/\text{м}^2 \cdot \text{с}$$

L – расход абсорбента, м^3/с;
D – диаметр абсорбера, м;
b - коэффициент (b = 51.2).

Результаты расчета насадочного абсорбера

Загрязняющее вещество - абсорбент	HF(фтористый водород) - раствор карбоната натрия Na_2CO_3 (10%)	Расход абсорбента, $м^3/с$ (кг/с)	0,192 (211,2)
Расход газа, $м^3/с$	30,0	Диаметр абсорбера, м	3,74
Начальная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,2	Коэффициент массопередачи, м/с	0,07
Конечная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,008	Высота слоя насадки, м	9,1
Тип насадки	Кольца Паля керамические	Гидравлическое сопротивление абсорбера, Па	49475,98

Тарельчатый абсорбер

Исходные данные для расчета:

1.Объемный расход газа, $м^3/с$ (V)	– 35,0
2.Улавливаемое вещество	- NO_2 (диоксид азота)
3.Абсорбент	– раствор гидроксида калия КОН (10%)
4. Начальная ($У_1$) концентрация загрязняющего вещества на входе в абсорбер, $кг/м^3$	– 0,35
5. Конечная концентрация загрязняющего вещества на выходе из абсорбера ($У_2$), $кг/м^3$	– 0,008
6. Начальная (X_1) концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$	– 10,0
7. Конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте (X_2), $кг/м^3$	– 50,0
8.Плотность газа ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 1,29
9.Вязкость газа ($\mu_г$), Па·с	– 0,000022
10.Плотность абсорбента ($\rho_ж$), $кг/м^3$	– 1100
11.Вязкость абсорбента ($\mu_ж$), Па·с	– 0,0012
12.Поверхностное натяжение абсорбента (σ), Н/м	– 0,0727
13.Применяемая конструкция тарелок:	– ситчатые тарелки
толщина, мм	– 10
диаметр отверстий, мм	– 5
высота слоя жидкости, м	– 0,05

1. Определение расхода абсорбента.

Объемный расход абсорбента (L) находится по уравнению (5.1):

$$L = Q\frac{Y_1 - Y_2}{X_2 - X_1} = 35 \cdot \frac{0.35 - 0.008}{50 - 10} = 0.299 \text{ , м}^3/\text{с}$$

где Q – расход газовой смеси, $м^3/с$;

Y_1, Y_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в газовой смеси, $кг/м^3$ газа;

X_1,X_2 – соответственно начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в абсорбенте, $кг/м^3$ абсорбента.

По полученной величине L рассчитываем массовый расход абсорбента (m):

$m = L \cdot \rho_ж = 0,299 \cdot 1100 = 329,175$ кг/с

где $\rho_ж$ – плотность абсорбента, $кг/м^3$.

2.Расчет основных геометрических размеров абсорбера

2.1. Расчет диаметра абсорбера

По уравнению (5.5) рассчитывается величина скорости газа (w_0), при которой начинают работать все отверстия ситчатых тарелок:

$$w_0 = \frac{2}{3} F_c \sqrt{\frac{2g\rho_ж h_0}{\zeta \cdot \rho_г}} = \frac{2}{3} \cdot 0,226 \cdot \sqrt{\frac{2 \cdot 9,8 \cdot 1100 \cdot 0,05}{0,642 \cdot 1,29}} = 5,44 \text{ м/с}$$

где Fc – свободное сечение тарелки (отношение суммарной площади отверстий к площади тарелки), $м^2/м^2$ (Fc = 0,226 $м^2/м^2$, таблица 5.4);

h_0 – высота слоя жидкости на тарелке, м (h_0 = 0,05 м);

ξ - коэффициент гидравлического сопротивления сухой тарелки (ξ = 0,642, рисунок 5.4);

$\rho_г$, $\rho_ж$ – соответственно, плотность газа и жидкости, кг/м^2

Диаметр абсорбера рассчитывается по уравнению (5.3):

$$D = \sqrt{\frac{4 \cdot Q}{\pi \cdot w_0}} = \sqrt{\frac{4 \cdot 30}{3.14 \cdot 5{,}44}} = 2{,}86 \text{ м}$$

где Q – объемный расход газа, м^3/с;
w_0 –скорость газа в абсорбере, м/с.

2.2.Расчет количества рабочих тарелок

По уравнению (5.12) производят расчет коэффициента массопередачи (К):

$$K = 0{,}12 \cdot \mathrm{Re}_г^{0,7} \cdot (\mathrm{Pr}_г)^{0,5} \cdot \left(\frac{d_n}{d_{ст}}\right)^{0,5} \cdot D_г \cdot d_n^{-1}$$

где $Re_г$ - критерий Рейнольдса для газовой фазы;
$Pr_г$ - диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы;
$\mathbf{D_г}$ - коэффициент диффузии в газовой фазе, м^2/с ($\mathbf{D_г}$ = 1,15·10^{-5} , принимается из таблицы 5.5);

$d_п$ – поверхностно-объемный диаметр пузырька газа, м;
$d_{ст}$ – стандартный размер пузырька газа, при котором прекращается влияние циркуляции газа на массообмен ($d_{ст}$ = 4·10^{-3} м).

По уравнению (5.14) определяют газосодержание пенного слоя жидкости на тарелке:

$$\varphi_г = 0{,}6 \cdot \left(\frac{w_0^{\,2} \cdot h_0}{q}\right)^{0.1} = 0{,}6\left(\frac{5{,}44^2 \cdot 0{,}05}{0{,}13}\right)^{0,1} = 0{,}765$$

где h_0 – высота слоя жидкости на тарелке, м (h_0 = 0,05 м);
q – удельный расход жидкости через сливную перегородку, м^3/м·с.

$$q = \frac{L}{0{,}8 \cdot D} = \frac{0.299}{0.8 \cdot 2.86} = 0{,}13$$

По уравнению (5.16) рассчитывается поверхностно – объемный диаметр пузырьков газа ($d_п$):

$$d_n = 6 \cdot \varphi_г h_0 \cdot \left[(1 - \varphi_г) \cdot A\right] = 6 \cdot 0{,}765 \cdot 0{,}05[(1-0{,}765) \cdot 19{,}1] = 1{,}031$$

где А – поверхность контакта фаз:

$$A = \frac{c}{1 - \varphi_г} \cdot \left(\frac{w_0 \cdot h_0 \cdot \rho_ж}{\mu_ж}\right)^{-0.25} \cdot \left(\frac{w_0^{\,2}}{g \cdot h_0}\right)^{0.2} \cdot \left(\frac{\sigma}{\rho_ж \cdot h_0^{\,2}}\right)^{-0.6} \cdot \left(\frac{\mu_ж}{\mu_в}\right)^{-0,25}$$

где с – коэффициент (с = 5 при $h_0 \geq 0{,}02$ м);
σ - поверхностное натяжение жидкости (абсорбента), Н/м;

g – ускорение свободного падения (9,8 м/с^2);

$\mu_в$ – вязкость воды ($\mu_в$ = 0,001 Па·с).

$$A = \frac{5}{1-0{,}765}\cdot\left(\frac{5{,}44\cdot 0{,}05\cdot 1100}{0{,}001}\right)^{-0.25}\cdot\left(\frac{5{,}44^2}{9{,}8\cdot 0{,}05}\right)^{0.2}\cdot\left(\frac{0{,}0727}{1100\cdot 0{,}05^2}\right)^{-0.6}\cdot\left(\frac{0{,}0012}{0{,}001}\right)^{-0{,}25} = 19{,}1$$

Значение $Re_г$ определяется по уравнению (5.13):

$$\mathrm{Re}_г = \frac{w_0\cdot d_п\cdot \rho_г}{\varphi_г\cdot \mu} = \frac{5{,}44\cdot 1{,}031\cdot 1{,}29}{0{,}765\cdot 0{,}000022} = 429691{,}24$$

где w_0 - скорость газа, обеспечивающая эффективную работу тарелки, м/с;

$\rho_г$- плотность газа, кг/м^3;

$d_п$ – поверхностно-объемный диаметр пузырька газа, м;

μ - вязкость газа, Па·с;

$\varphi_г$ – газосодержание пенного слоя на тарелке:

Диффузионный критерий Прандтля для газовой фазы рассчитывается по уравнению (5.15):

$$\mathrm{Pr}_г = \frac{\mu}{\rho_г\cdot D_г} = \frac{0{,}00002}{1{,}29\cdot 1{,}15\cdot 10^{-5}} = 1{,}48$$

Значение коэффициента массопередачи (К):

$$K = 0{,}12\cdot 429691{,}24^{0{,}7}\cdot(1{,}48)^{0{,}5}\cdot\left(\frac{1{,}031}{0{,}004}\right)^{0{,}5}\cdot 1{,}15\cdot 10^{-5}\cdot 1{,}031^{-1} = 0{,}23 \text{ м/с}$$

По уравнению (5.23) определяется общая поверхность контакта фаз (F):

$$F = \frac{M}{K\cdot \Delta Y_{ср}} = \frac{11{,}97}{0{,}23\cdot 0{,}091} = 575{,}29 \quad \text{м}^2$$

где К – коэффициент массопередачи, м/с;

М - масса улавливаемого загрязняющего вещества, кг/с (уравнение 5.19)

$$M = Q\cdot(Y_1 - Y_2) = 35\cdot(0{,}35 - 0{,}008) = 11{,}97 \text{ кг/с}$$

ΔYср. - средняя движущая сила процесса абсорбции, кг/м^3 (уравнение 5.20)

$$\Delta Y = \frac{Y_1 - Y_2}{2{,}3\lg\frac{Y_1}{Y_2}} = \frac{0{,}35 - 0{,}008}{2{,}3\cdot\lg\frac{0.35}{0.008}} = 0{,}091 \text{ кг/м}^3$$

Количество рабочих тарелок рассчитывается по уравнению (5.22):

$$n = \frac{F}{A\cdot f_m} = \frac{575{,}29}{19{,}1\cdot 6{,}44} = 4{,}68 \text{ (принимаем n = 5)}$$

где f_m- площадь одной тарелки, м^2

$f_m = \pi\cdot D^2/4 = 3.14\cdot 2{,}86^2/4 = 6{,}44$

Высота рабочей части тарельчатого абсорбера (**Н**) рассчитывается по уравнению (5.21):

$$H = n\cdot h_{сп.} = 5\cdot 0{,}5 = 2{,}5 \text{ м}$$

где n – расчетное число тарелок, шт.;

$h_{сп.}$ – расстояние между тарелками (принимаем 0,5 м).

3. Расчет гидравлического сопротивления абсорбера.

Гидравлическое сопротивление тарельчатого абсорбера рассчитывается по уравнению (5.25):

$$\Delta P = n\left(\frac{\xi \cdot {w_0}^2 \cdot \rho_г}{2} + \frac{4 \cdot \sigma}{d} + h_0 \cdot \rho_{ж} \right) = 5 \cdot \left(\frac{0{,}226 \cdot 5{,}44^2 \cdot 1{,}29}{2} + \frac{4 \cdot 0{,}0727}{0{,}005} + 0{,}05 \cdot 1100 \right) = 586{,}6 \text{ Па}$$

где ξ - коэффициент гидравлического сопротивления сухой тарелки (рисунок 5.4);

$\rho_ж$, $\rho_г$ – соответственно, плотность жидкости и газа, кг/м^3;

w_0 - скорость газа, обеспечивающая эффективную работу тарелки, м/с;

σ - поверхностное натяжение жидкости, Н/м;

d – диаметр отверстия тарелки, м;

n – количество рабочих тарелок, шт.

h_0 – высота слоя жидкости на тарелке, м.

Результаты расчета тарельчатого абсорбера

Загрязняющее вещество - абсорбент	NO_2 (диоксид азота) - раствор гидроксида калия КОН (10%)	Расход абсорбента, м^3/с (кг/с)	0,299 (329,175)
Расход газа, м^3/с	35,0	Диаметр абсорбера, м	2,86
Начальная концентрация загрязняющего вещества, кг/м^3	0,35	Коэффициент массопередачи, м/с	0,23
Конечная концентрация загрязняющего вещества, кг/м^3	0,008	Высота рабочей части абсорбера, м	2,5
Тип тарелки	ситчатая	Гидравлическое сопротивление абсорбера, Па	586,6

Лабораторная работа №6
«Инженерный расчет адсорбера для очистки газов»

Исходные данные для расчета:

1.Объемный расход газа, $м^3/с$ (V)	– 15,0
2.Улавливаемое вещество	- бензол
3.Адсорбент	– активированный уголь
4. Начальная ($У_1$) концентрация загрязняющего вещества на входе в адсорбер, $кг/м^3$	– 0,06
5. Конечная концентрация загрязняющего вещества на выходе из адсорбера ($У_2$), $кг/м^3$	– 0,004
6.Насыпная плотность адсорбента ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 500
7.Диаметр гранул адсорбента (d),м	– 0,003
8. Длина гранул адсорбента (l),м	– 0,005
9. Плотность частиц адсорбента, кг/м3	– 800
10. Порозность слоя адсорбента (ε)	– 0,375
11. Высота неподвижного слоя адсорбента ($h_{сл}$), м	– 0,06
12. Степень проработки (насыщения) адсорбента (ηк)	– 0,85
13.Плотность газа ($\rho_г$), $кг/м^3$	– 1,29
14.Вязкость газа ($\mu_г$), Па·с	– 0,000022

1. Расчет расхода адсорбента.

Массовый расход адсорбента (G) находится по уравнению 6.1

$$G = Q\frac{Y_1 - Y_2}{a_0 \cdot \eta_к} = 15\frac{0{,}06 - 0{,}004}{0{,}263 \cdot 0{,}85} = 3{,}758 \text{ кг/с}$$

Начальная емкость поглощения адсорбента по загрязняющему веществу a_0 (кг/кг адсорбента) находится по изотерме адсорбции бензола на активированном угле (Приложение 1). Для определения a_0 строится изотерма адсорбции и графически находится концентрация бензола в активированном угле, равновесная с начальной концентрацией бензола в газе (рисунок 6.1). Результаты расчета записывают в таблицу.

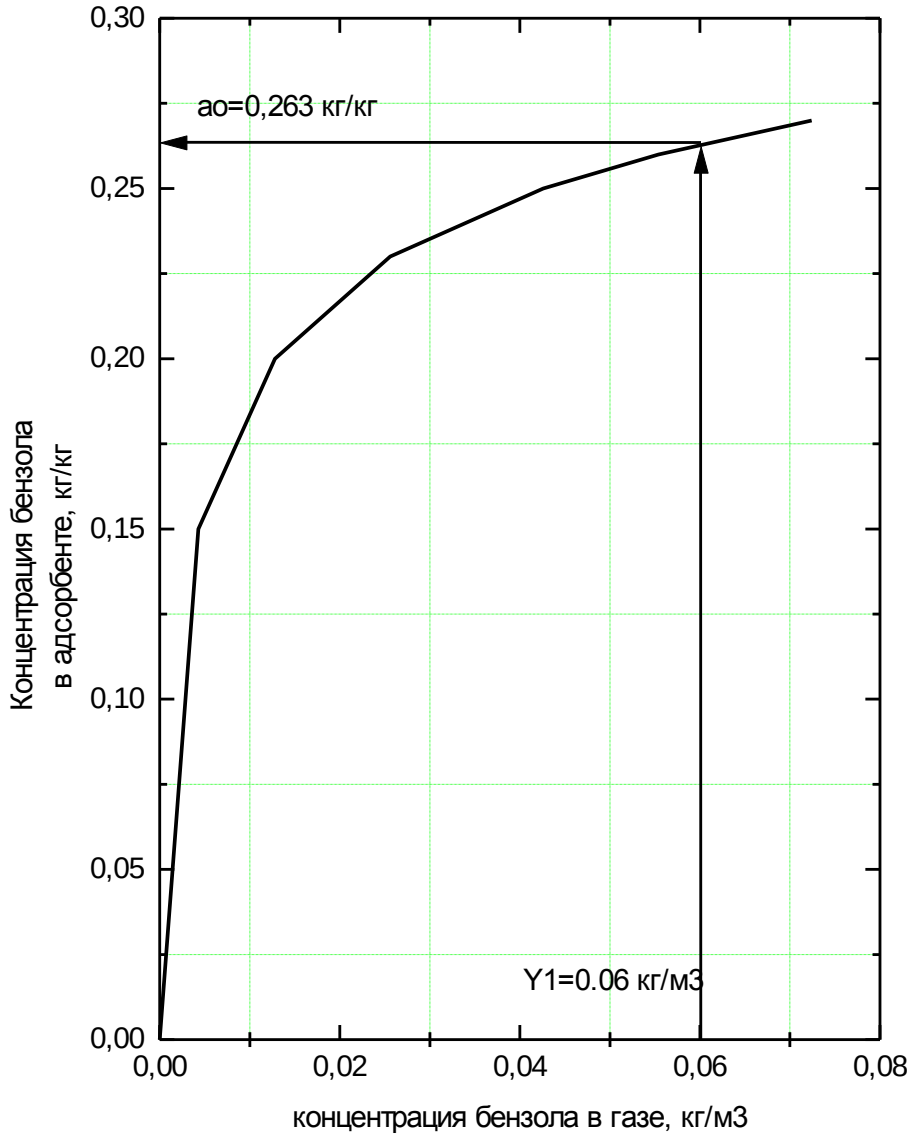


Рисунок 6.1. Графическое определение емкости поглощения адсорбента (a_o).

2. Расчет диаметра адсорбера.

Используя уравнения (6.3) – (6.5) рассчитывают скорости начала псевдоожижения ($w_{по}$) и разрушения «кипящего слоя» ($w_р$).

$$dэ = \frac{\varepsilon_0 \cdot d \cdot l}{(1-\varepsilon_0)\cdot\left(\frac{d}{2}+l\right)} = \frac{0{,}375 \cdot 0{,}003 \cdot 0{,}005}{(1-0{,}375)\cdot\left(\frac{0{,}003}{2}+0{,}005\right)} = 0{,}0014 \text{ м}$$

$$Ar = \frac{d_э^{\,3}(\rho_ч - \rho)\cdot\rho}{\mu^2}\cdot g = \frac{0{,}0014^3(800-1{,}29)\cdot 1{,}29}{0{,}000022^2}\cdot 9{,}8 = 55379{,}24$$

$$\mathrm{Re}_{по} = \frac{Ar}{1400+5{,}75\sqrt{Ar}} = \frac{55379{,}24}{1400+5{,}75\sqrt{55379{,}24}} = 21{,}07$$

$$\mathrm{Re}_p = \frac{Ar}{18+0{,}61\sqrt{Ar}} = \frac{55379{,}24}{18+0{,}61\sqrt{55379{,}24}} = 342{,}8$$

Соответственно,

$$w_{по} = \frac{\mathrm{Re}_{по}\cdot\mu}{d_э\cdot\rho} = \frac{21{,}07\cdot 0{,}000022}{0{,}0014\cdot 1{,}29} = 0{,}26 \text{ м/с}$$

$$w_p = \frac{\mathrm{Re}_p\cdot\mu}{d_э\cdot\rho} = \frac{342{,}8\cdot 0{,}000022}{0{,}0014\cdot 1{,}29} = 4{,}22 \text{ м/с}$$

Скорость газа w принимается в интервале значений между скоростями начала псевдоожижения ($w_{по}$) и разрушения «кипящего слоя» ($w_р$).

Принимаем скорость газа w = 3,0 м/с.

По уравнению (6.2) рассчитывают диаметр адсорбера:

$$D = \sqrt{\frac{4\cdot V}{\pi\cdot w}} = \sqrt{\frac{4\cdot 15}{3{,}14\cdot 3}} = 2{,}52 \text{ м}$$

где V – объемный расход газа, $м^3/с$;

w – рабочая скорость газа в адсорбере, необходимая для создания «кипящего» слоя , м/с.

Результаты расчета записывают в таблицу.

3. Расчет высоты рабочей зоны адсорбера.

Количество теоретических ступеней контакта определяется по уравнению 6.7.

$$n = \int_{Y_2}^{Y_1} \frac{dY}{Y - Y^*}$$

где Y- концентрация загрязняющего вещества в газовоздушной смеси, $кг/м^3$;

Y*- равновесная концентрация загрязняющего вещества в газовоздушной смеси, кг/м^3;

Y_1, Y_2 – соответственно, начальная и конечная концентрация загрязняющего вещества в газовоздушной смеси, кг/м^3.

Расчет n проводится методом графического интегрирования с использованием данных по равновесным концентрациям бензола в газе (Y^*_i) и адсорбенте (a^*_i).

Интервал концентраций бензола в газе разбивается на ряд значений (Y_i) и для них по изотерме адсорбции определяют соответствующие значения равновесных концентраций бензола в адсорбенте (a^*_i) (рисунок 6.2). Результаты записывают в таблицу 6.1.

При заданной степени проработки (насыщения) адсорбента ($\eta к$ = 0,85) фактическая концентрация (a_i) будет ниже равновесной:

0,263·0,85 = 0,224 кг/кг 0,256·0,85 = 0,218 кг/кг

0,246·0,85 = 0,209 кг/кг 0,218·0,85 = 0,185 кг/кг

0,184·0,85 = 0,156 кг/кг 0,137·0,85 = 0,116 кг/кг

Таблица 6.1.

Концентрация бензола в газе, кг/м3 (Y_i)	Равновесная концентрация бензола в адсорбенте, кг/кг (a^*_i)	Фактическая концентрация бензола в адсорбенте (a_i), кг/кг	Равновесная концентрация бензола в газе, кг/кг (Y^*_i)	$Y_i - Y^*_i$, кг/м^3	$\frac{1}{Y_i - Y^*_i}$
0,06	0,263	0,224	0,024	0,036	27,8
0,05	0,256	0,218	0,02	0,03	33,3
0,04	0,246	0,209	0,017	0,023	43,5
0,02	0,218	0,185	0,011	0,009	111,1
0,01	0,184	0,156	0,0056	0,0044	227,3
0,004	0,137	0,116	0,003	0,001	1000,0

По полученным значениям Y^*_i рассчитывают значения $\frac{1}{Y_i - Y^*_i}$ и записывают их таблице 6.1.

В координатах «Yi - $\frac{1}{Y_i - Y^*_i}$» строят график, площадь под которым будет равна количеству теоретических ступеней контакта в адсорбере (рисунок 6.3).

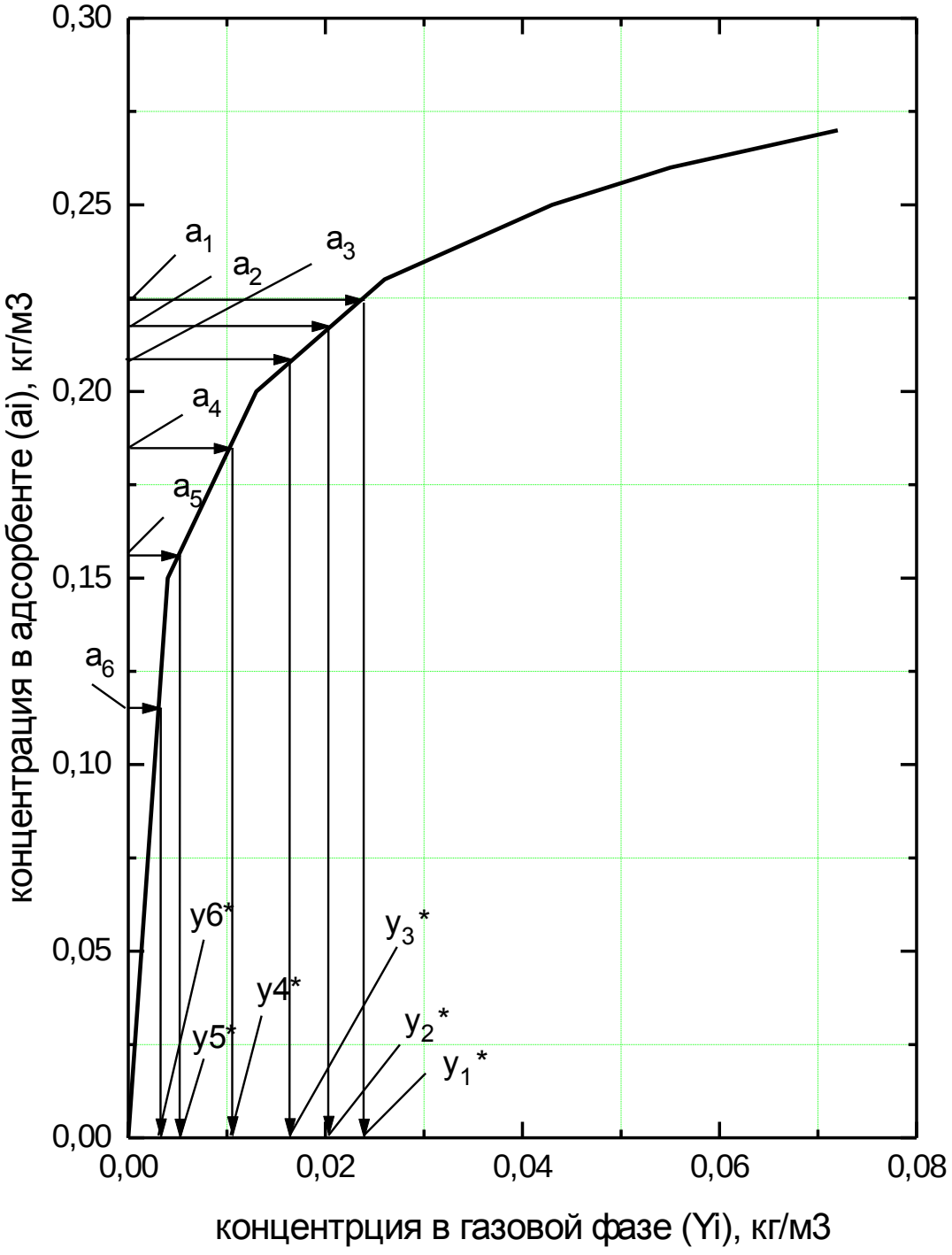

0,30
0,25
0,20
0,15
0,10
0,05
0,00
0,00
0,02
0,04
0,06
0,08
концентрация в адсорбенте (ai), кг/м3
концентрция в газовой фазе (Yi), кг/м3
a1
a2
a3
a4
a5
a6
y6*
y5*
y4*
y3*
y2*
y1*

Рисунок 6.2.

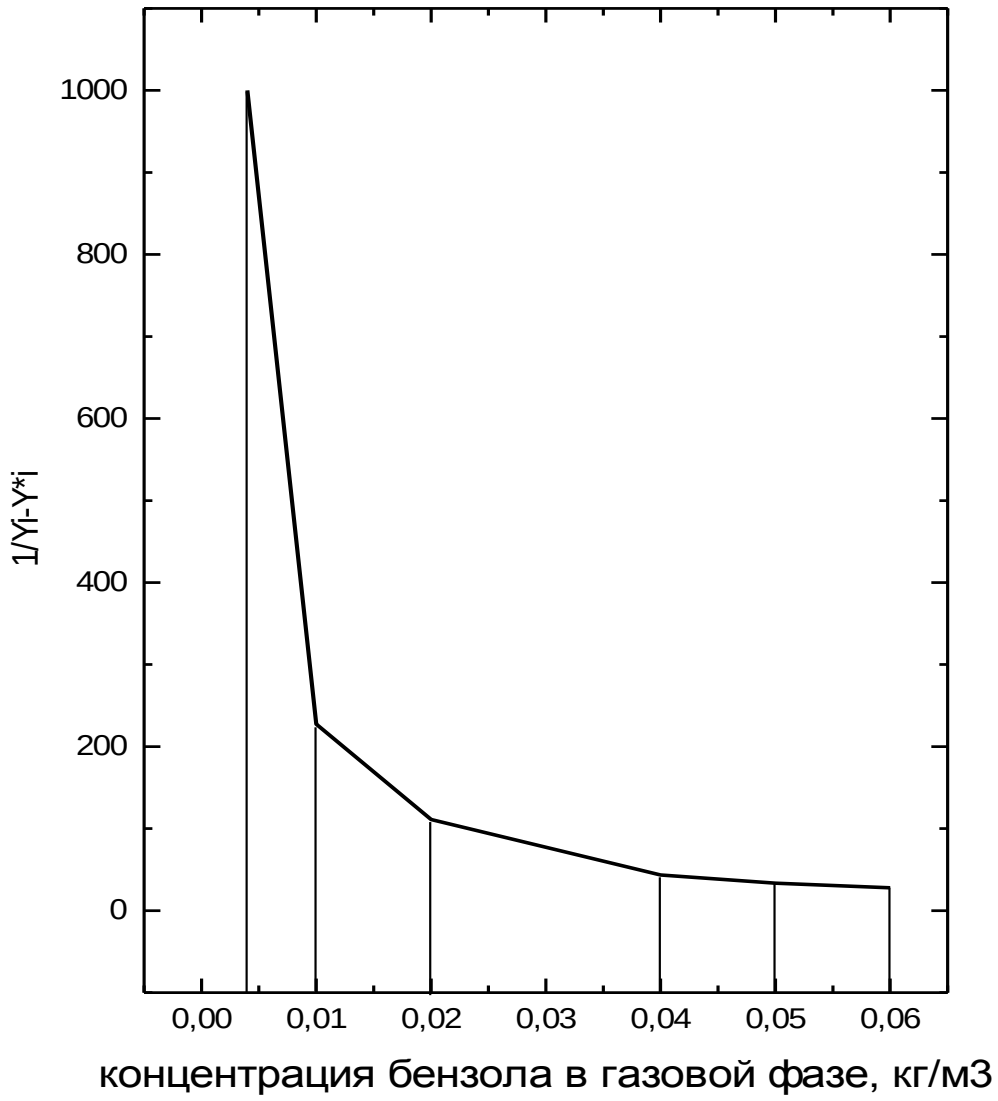


Рисунок 6.3

Графическое интегрирование для определения теоретических ступеней контакта в адсорбере производится по методу трапеций:

$$n = \sum_{i}^{k} \frac{\frac{1}{Y_i - Y_i^*} + \frac{1}{Y_{i+1} - Y_{i+1}^*}}{2} \cdot \left(Y_{i+1} - Y_i\right) = \frac{1000 + 227.3}{2} \cdot (0.01 - 0.004) +$$

$$+ \frac{227.3 + 111.1}{2} \cdot (0.02 - 0.01) + \frac{111.1 + 43.5}{2} \cdot (0.04 - 0.02) +$$

$$+ \frac{43.5 + 33.3}{2} \cdot (0.05 - 0.04) + \frac{33.3 + 27.8}{2} \cdot (0.06 - 0.05) = 7.61$$

Высота «кипящего» слоя адсорбента на тарелках рассчитывается по уравнению 6.8:

$$h_{кс} = h_{сл}\frac{1-\varepsilon_0}{1-\varepsilon},$$

где ε_0 - порозность неподвижного слоя адсорбента (ε_0=0,375)

ε - порозность «кипящего» слоя адсорбента

$$\varepsilon = \left(\frac{18\mathrm{Re}+0{,}36\mathrm{Re}^2}{Ar}\right)^{0{,}21} = \left(\frac{18\cdot 243{,}6+0{,}36\cdot 243{,}6^2}{55379{,}24}\right)^{0{,}21} = 0{,}85$$

$$h_{кс} = h_{сл}\frac{1-\varepsilon_0}{1-\varepsilon} = 0{,}06\cdot\frac{1-0{,}375}{1-0{,}85} = 0{,}3м$$

Высота рабочей части адсорбера ($H_р$) определяется по уравнению 6.9:

$$H_р = h_{кс}\cdot n_р + h_{сеп}\cdot(n_р - 1), м$$

где $n_р$ – количество рабочих тарелок (принимаем 8);

$h_{сеп}$ – высота сепарационного пространства ($h_{сеп}$ конструктивно принимается не менее 0,2 м).

$$H_р = 0{,}3\cdot 8 + 0{,}2\cdot(8-1) = 3{,}4 м$$

Результаты расчета записывают в таблицу 6.2.

Таблица 6.2. Результаты расчета адсорбера непрерывного действия

Загрязняющее вещество - адсорбент	Бензол – активированный уголь	Расход адсорбента, кг/с	3,758
Расход газа, $м^3/с$	15,0	Диаметр адсорбера, м	2,52
Начальная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,06	Количество теоретических ступеней контакта	7,61
Конечная концентрация загрязняющего вещества, $кг/м^3$	0,004	Высота рабочей зоны адсорбера, м	3,4
Степень проработки (насыщения) адсорбента	0,85		

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о.проректора по учебно-методическому комплексу
_____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ПРОЦЕССЫ И АППАРАТЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Медведева И.В., профессор, к.ф.-м.н., Студенок А.Г., доцент, к.т.н., Коновалов И.В.

Одобрен на заседании кафедры

Инженерной экологии
(название кафедры)
Зав.кафедрой _____
(подпись)
Студенок Г.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 12.09.2024
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией

Инженерно-экономического факультета
(название факультета)
Председатель _____
(подпись)
Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)
Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

Содержание

Общие методические указания 3
Методические рекомендации по отдельным видам самостоятельной работы 4
Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО) 5
Дополнительная самостоятельная работа студентов. 18
(уровень творческой деятельности) 18
Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы студентов ... 20
Оценка выполнения самостоятельной работы студента 21

Общие методические указания

В процессе изучения дисциплины «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить контрольную работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя контрольную работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, контрольной работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

Методические рекомендации по отдельным видам самостоятельной работы

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- самостоятельное изучение тем курса;
- подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям;
- подготовка к докладу, сообщению, аналитическому обзору
- выполнение расчетно-графической работы и подготовка к её защите;
- написание реферата и подготовка к его защите;
- подготовка к тестированию;
- ответы на вопросы для самопроверки и для подготовки к опросу;
- подготовка к коллоквиуму (теоретическому опросу).

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов для подготовки к выполнению лабораторных работ.

Подготовка к докладу, сообщению, аналитическому обзору предполагает подготовку доклада на определенную тему, включающую краткий обзор использованных источников.

Выполнение расчетно-графической работы и подготовка к её защите предполагает прочтение и освоение необходимых тем для её выполнения и защиты.

. *Написание реферата и подготовка к его защите* – подготовка реферата на определенную тему, включающего обзор соответствующих литературных и других источников или научной работы, статьи, исследования.

Подготовка к тестированию включает в себя самостоятельное изучение тем курса, по которым проводится тестирование.Позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Ответы на вопросы для самопроверки и для подготовки к опросу позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Подготовка к коллоквиуму (теоретическому опросу) дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Рекомендуется работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Выполнение домашних заданий предусмотрено в следующей форме:

Конкретные виды заданий по дисциплине «Процессы и аппараты защиты окружающей среды» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО)

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет **80 часов в 6 семестре**

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	0,8 х 32= 25,6	26
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	2,6х 6 = 15,6	16
3	Подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям	1 занятие	0,3-2,0	0,5 х 20= 10	10
4	Подготовка к докладу, сообщению, аналитическому обзору	1 занятие	1,0-4,0	4х1=4	4
5	Выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите	1 работа	0,5-20	16 х 1 = 16	16
6	Подготовка к тестированию	1 тема	0,1-2,0	1,3 х 6 =7,8	8
	Итого:				**80**

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО) в 7 семестре

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет 68 часов в 7 семестре

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	1,0 х 15 = 15	15
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	1,0 х 15 = 15	15
3	Подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям	1 занятие	0,3-2,0	1,0 х 15= 15	15
4	Подготовка к опросу	1 тема	0,1-2,0	1,9 х 7 = 13,3	13
5	Подготовка к тестированию	1 тема	0,1-2,0	2,0 х 1 = 2	2
6	Подготовка и написание реферата	1 тема	15,0	8 х 1 =8	8
	Итого:				**68**

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО) в 8 семестре

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет 104 часа в 8 семестре

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	0, 25 х 56= 14	14
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	3,6 х 6 = 21,6	22
3	Подготовка к коллоквиуму (теоретическому опросу)	1 коллоквиум по теме	1,5-2,5	1,5х17=25,5	26
4	Подготовка и написание расчетно-графической работы	1 работа	20-50	38 х 1 = 38	38
5	Подготовка к тестированию	1 тема	0,1-2,0	2,0 х 2 = 4	4
	Итого:				**104**

Тема 1. Основные принципы инженерного расчета и выбора аппаратов для пылегазоочистки промышленных выбросов.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 1 учебного пособия: Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учеб. пособие для вузов/А.Г. Ветошкин.-М.: Абрис, 2012. - 639 с.: ил.

2. Вопросы для подготовки к коллоквиуму:

1. Что такое «аппарат защиты окружающей среды»?
2. Дайте классификацию методов защиты окружающей среды.
3. Какие процессы реализуются в аппаратах защиты окружающей среды?
4. Как возникла и развивалась наука о процессах и аппаратах?
5. Охарактеризуйте основные источники загрязнения атмосферы.
6. Классифицируйте загрязнители атмосферы.
7. Дайте характеристику плотности и дисперсности аэрозолей.
8. Дайте характеристику явлений: адгезия, абразивность, смачиваемость и гигроскопичность частиц.
9. Дайте характеристику явлений электрической проводимости слоя пыли и электрической заряженности частиц.
10. Перечислите основные процессы извлечения взвешенных веществ

Тема 2. Основные процессы и аппараты для очистки газовоздушных промышленных выбросов от аэрозолей.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 2 и 3 учебного пособия: Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учеб. пособие для вузов/А.Г. Ветошкин.-М.: Абрис, 2012. - 639 с.: ил.

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к коллоквиуму:

1. Классификация основных методов и аппаратов очистки газовых сред от аэрозолей.
2. Сухие методы очистки газов от аэрозолей.
3. Классификация сухих механических пылеуловителей.
4. Какие механизмы осаждения лежат в основе работы сухих механических пылеуловителей?
5. Очистка газов в фильтрах. Классификация фильтров.
6. Под действием каких сил происходит улавливание частиц в мокрых пылеуловителях?
7. Дайте классификацию мокрых пылеуловителей.
8. Какие методы абсорберов вы знаете?
9. Как работают насадочные абсорберы?
10. Как происходит расчет хемосорбционных аппаратов?

Задания для подготовки к тестированию:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, либо запишите словами на ваш взгляд правильный ответ.

1. Частицы аэрозоля осаждаются из потока загрязненного газа (воздуха) под действием силы тяжести:

А) осаждение

Б) гравитационное осаждение

В) фильтрация

Г) нет верного варианта ответа

2. При криволинейном движении пылегазового потока происходит…

3. По стандарту оборудование для санитарной очистки газов и воздуха от взвешенных дисперсных частиц подразделяется на…категории.

4. Извлечение содержащихся в выбросах взвешенных твердых и жидких примесей называется:

А) физико-химической очисткой

Б) мокрой очисткой

В) очисткой от аэрозолей

5. Извлечение или обезвреживание техилиных газо- и парообразующих примесей называется:

А) физико-химической очисткой

Б) мокрой очисткой

В) очисткой от аэрозолей

6. Перечислите четыре основных метода очистки воздуха от газообразных примесей…

Тема 3. Основные процессы и аппараты для очистки газовоздушных промышленных выбросов от газообразных загрязняющих веществ.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, освоение методов расчетов оборудования.

Задания:

– прочитать раздел 4 учебного пособия: Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учеб. пособие для вузов/А.Г. Ветошкин.-М.: Абрис, 2012. - 639 с.: ил.

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций.

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу):

1. Классификация, принцип действия, расчет абсорберов.
2. Классификация, принцип действия и расчет адсорберов.
3. Перечислите этапы работы адсорбера периодического действия.
4. Аппараты, реализующие процессы каталитической очистки газов.
5. Аппараты, реализующие термический метод обезвреживания газов.

Для самоконтроля освоения темы:

Знать:

- характеристику газообразных загрязняющих веществ;
- основные процессы извлечения газообразных примесей;
- основные методы и аппараты очистки отходящих газов от газообразных примесей;
- принципы подавления образования токсичных газовых примесей в источнике их образования.

Уметь:

- рассчитывать параметры процессов очистки промышленных выбросов от токсичных газовых примесей;
- рассчитывать основные конструктивные размеры аппаратов очистки промышленных выбросов от токсичных газовых примесей.

Для написания расчетно-графической работы предусмотрены отдельные методические рекомендации.

Тема 4. Основные технологии очистки промышленных выбросов от загрязняющих веществ.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 4 учебного пособия: Ветошкин А.Г. Процессы и аппараты защиты окружающей среды: Учеб. пособие для вузов/А.Г. Ветошкин.-М.: Абрис, 2012. - 639 с.: ил.

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу):

1. Практическое применение термического метода обезвреживания газов.
2. Каковы условия, необходимые для осуществления процесса термического обезвреживания газов?
3. Способы очистки выбросов в атмосферу от COx, SOx, H2S, NOx.
4. Способы подавления выделения COx, SOx, H2S, NOx в источнике их образования.
5. Методы снижения выбросов в атмосферу углеводородов и их производных.

Темы докладов и требования к оформлению предусмотрены в разделе «дополнительная самостоятельная работа студентов» данного методического пособия.

Тема 5. Общие сведения об отходах.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание. Ответить на следующие вопросы:

1. Что такое класс опасности отхода?
2. Чем различаются санитарный класс опасности от класса опасности для окружающей среды?
3. Какие отходы добычи и обогащения полезных ископаемых вы знаете?
4. Что такое бытовые отходы? Какие они бывают?
5. Как образуются топливные отходы добычи и обогащения полезных ископаемых?

Разобраться в следующих определениях:

Классификация методов переработки отходов.

Методы измельчения, классификации, обогащения, сепарации, компостирования, термической обработки твердых отходов

Тема 6. Основные требования, устройства и оборудование для транспортирования промышленных отходов.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций.

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к тестированию:

1. Что понимается под транспортированием промышленных отходов?
2. Какими нормативно-правовыми актами регулируются требования к транспортировке отходов?

Задания для подготовки к тестированию:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, либо запишите словами на ваш взгляд правильный ответ

1. Транспортировка опасных отходов может осуществляться при следующих условиях:

А) наличие паспорта опасных отходов, наличие специально оборудованного транспорта, соблюдение требований безопасности транспортирования опасных отходов, наличие необходимой документации для транспортирования и передачи опасных отходов

Б) соблюдение требований безопасности транспортирования опасных отходов

В) наличие необходимой документации для транспортирования и передачи опасных отходов, наличие специально оборудованного транспорта, соблюдение требований безопасности

2. Перевозки отходов от основного предприятия к вспомогательным производствам и на полигоны складирования осуществляются:

А) в самосвалах

Б) специально оборудованным транспортом

В) в любом транспортном средстве, с большим объемом кузова

Г) нет верного варианта ответа

3. Документ выдаваемый территориальным управлением Росприроднадзора, разрешающий транспортирование опасных отходов I-IV классов опасности на территории РФ называется:

А) разрешением на транспортировку отходов

Б) лицензией на транспортировку опасных отходов

4. Является ли транспортировка отходов частью обращения с отходами?

А) да

Б) нет

В) нет верного варианта ответа

5. Прежде чем перевозить опасные отходы необходимо определить:

А) какую опасность для людей и окружающей среды они представляют

Б) какие транспортные единицы нужно задействовать

В) какую лицензию следует получать

6. Остатки сырья, материалов, веществ, изделий, предметов, образовавшиеся в процессе производства продукции, выполнения работ (услуг) и утратившие полностью или частично исходные потребительские свойства называются…

7. Деятельность, связанная с перемещением отходов между местами или объектами их образования, накопления, хранения, утилизации, захоронения и/или уничтожения называется…

Тема 7. Классификация общих и специальных методов переработки твердых отходов.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание.

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к опросу:

1. Как классифицируются методы переработки твёрдых отходов?
2. В чём различие между общими и специальными методами переработки твердых отходов?
3. Что такое сепарация? Как проходит термическая обработка твёрдых отходов?
4. Какие основные аппараты для проведения процессов переработки вы знаете?
5. Как рассчитываются и конструируются аппараты для проведения процессов переработки?

Темы №8-19. Способы переработки отходов.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций.

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к опросу:

Тема №8.

1. Какие существуют способы переработки отходов черной и цветной металлургии?
2. Что такое обезвоживание?
3. Что такое обогащение?
4. Какие существуют схемы для утилизации металлолома?
5. Какое оборудование используется для утилизации металлолома?

Тема №9.

1. Как происходит переработка металлургических шлаков?
2. Что такое металлургический шлак? Классификация.
3. Какие способы переработки металлургических шлаков вы знаете?
4. В каком случае химический состав шлака остаётся сравнительно стабильным?
5. Какие виды отходов черной металлургии вы знаете?

Тема №10.

1. Как происходит переработка и утилизация отходов золошлаковых материалов?
2. Из чего состоят кремнеземистые материалы?
3. Отходами какого производства являются золошлаки?
4. Что такое золошлаки?
5. От чего образуются золошлаки?

Тема №11.

1. Что такое неорганическое вяжущее?
2. Как происходит переработка неорганических вяжущих материалов?
3. Основной состав отходов производства строительных материалов.
4. Какие основные отходы от химических производств?
5. Опишите поэтапно как происходит переработка отходов химических производств.

Тема №12.

1. Что такое шлам? Какие виды шлама вы знаете?
2. Что из себя представляют нефтешламы?
3. Что из себя представляют маслосодержащие битумы. Их химические составляющие.
4. Как правильно поэтапно утилизировать отходы переработки нефти и нефтепродуктов?

5. Что относится к отходам переработки нефтепродуктов?

Тема №13.

1. В чем различие между переработкой и утилизацией отходов производства пластмасс?
2. Какие виды деятельности образующие отходы пластмасс вы знаете?
3. Как утилизируют отходы производства пластмасс?
4. Как происходит переработка отходов производства пластмасс?
5. Химический состав пластмасс. Их классификация.

Тема№14.

1. Чем отличаются резиновые и резинотканевые отходы?
2. Как происходит переработка резиновых и резинотканевых отходов?
3. Как происходит утилизация резиновых и резинотканевых отходов?
4. Какие виды деятельности образуют резиновые и резинотканевые отходы?
5. Какие могут быть последствия при нарушении этапов подготовки резинотканевых отходов к утилизации?

Тема№15.

1. От чего могут образовываться древесные отходы?
2. Требования к химическому составу для вторичного использования древесных отходов.
3. Как происходит химическая переработка древесины?
4. В чем суть гидролизных заводов?
5. Как расшифровывается ЦБК?

Тема №16.

1. Что такое твёрдые бытовые отходы? Дайте определение.
2. Какой распространенный компонент у твердых бытовых отходов?
3. К какому обычно классу опасности по негативному воздействию на окружающую среду относят твёрдые бытовые отходы?
4. Какие методы утилизации твёрдых бытовых отходов вы знаете?
5. Опишите как работает системы раздельного сбора мусора в России.

Тема№17.

1. Что такое полигон ТБО?
2. Какие виды отходов обычно принимаются на полигонах твердых бытовых отходов?
3. Какие требования к устройству полигонов для захоронения бытовых отходов вы знаете?
4. Какие требования к устройству полигонов для захоронения промышленных отходов вы знаете?
5. Какие требования к эксплуатации полигонов для захоронения бытовых отходов вы знаете?

Тема№18.

1. Дайте определение токсичных отходов.
2. Какие отходы подходят под определение радиоактивных отходов?
3. Какие особенности вы знаете при захоронении токсичных отходов?
4. Какие особенности вы знаете при захоронении радиоактивных отходов?
5. Как происходит утилизация токсичных и радиоактивных отходов?

Тема№19.

1. Какие способы и средства защиты от энергетического воздействия вы знаете?
2. Что такое экраны? Как происходит их обустройство?
3. Как используются вторичные энергетические ресурсы?
4. Что относится к вторичным энергетическим ресурсам?
5. Какие виды энергетического воздействия на окружающую среду вы знаете?

Темы рефератов и методические указания по написанию реферата предоставлены в отдельных методических указаниях по выполнению и написания контрольной работы.

Тема 20. Характеристики сточных вод.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций.

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к тестированию:

1. Какие методы очистки сточных вод вы знаете?
2. Перечислите требования для необходимой степени очистки сточных вод.

Ответить на следующие вопросы:

1. Классификация примесей в сточных водах;
2. Понятие дисперсности примесей в сточных водах;
3. Классификация методов очистки воды в зависимости от дисперсности примесей;
4. Цели очистки воды;
5. Эффективность методов очистки воды;
6. Первичная обработка сточных вод- назначение;
7. Усреднители- назначение, примеры конструкций;
8. Смесители- назначение, примеры конструкций;
9. Аэраторы- назначение, примеры конструкций **.**

Задания для подготовки к тестированию:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, либо запишите словами на ваш взгляд правильный ответ

1. Соответствие показателей загрязнений их нормам, г/(чел·сут):

1)взвешенные вещества	а) 75
2) БПКполн неосветленной жидкости	б) 3,3
3)N(NH4+)	в) 8,0
4) P(P2O5)	г) 65
5) СПАВ	д) 9
	е) 2,5

2. Соотношение БПКполн : N : P, при котором требуется добавление биогенных элементов …
   а) 100: 3: 0,5
   б) 100: 10: 2
   в) 100: 5: 1
   г) 100: 20: 15
3. Окраска сточных вод – это показатель …
4. Температура, до которой подогревают сточную воду при анализе, если запах не ясно выражен … ^{o}C
5. Реакция среды городских сточных вод …

Темы №21-26. Процессы и аппараты механической очистки сточных вод.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций.

2. Вопросы для самоконтроля и для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу):

1. Как классифицируются сооружения механической очистки?
2. Какие устройства для процеживания сточных вод вы знаете?
3. Какие механизмы лежат в основе процесса отстаивания нерастворимых примесей в воде?
4. Что такое гидравлическая крупность?
5. Как работают песколовки?
6. Как работают отстойники?
7. Что такое нефтеловушки и для чего они предназначены?
8. Как классифицируют отстойники? По какому принципу и признакам?.
9. Что понимается под центробежным осаждением примесей из сточных вод?
10. Какие аппараты для центробежного осаждения вы знаете?
11. Как работает гидроциклон?
12. Какие гидроциклоны бывают?
13. Для чего предназначены центрифуги?
14. Что понимается под фильтрованием? Как оно происходит?

Тема №22. Процессы и аппараты для физико-химической очистки сточных вод.

Вопросы для самоконтроля и для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу):

1 Методы физико-химической очистки сточных вод
2 .Механизмы, лежащие в основе процесса флотации примесей
3 Методы создания диспергированной газовой фазы
4 Гидромеханические методы
5 Гидродинамические методы
6 Химические и электрохимические методы очистки воды
7 Эффективность метода флотационной очистки воды
8 Флотаторы. Принцип действия. Примеры конструкций.
9 Сооружения вакуумной и напорной флотации примесей сточных вод.
10 Основы процесса очистки воды методом коагуляции и флокуляции
11 Условия протекания процессов коагуляции и флокуляции.
12 Коагулянты и флокулянты . Примеры
13 Камеры хлопьеобразования. Принцип действия. Примеры конструкций.
14 Процесс экстракции в водоочистке.
15 Экстрагенты- свойства, примеры.
16 Регенерация экстрагентов
17 .Экстракционные установки
18 Применение эффекта адсорбции для очистки сточных вод.
19 Свойства сорбентов. Примеры.
20 Регенерация сорбентов
21 Сорбционные фильтры
22 Аппараты с неподвижным и движущимся слоем сорбента.
23 Методы баромембранного разделения, используемые в технологиях очистки воды.
24 Микрофильтрация. Ультрафильтрация. Обратный осмос.
25 Аппараты для мембранных процессов. Виды мембран.

Тема №23. Аппараты для химической очистки сточных вод.

Вопросы для самоконтроля и для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу):

1. Понятие метода химической очистки воды
2. Классификация методов химической очистки сточных вод.
3. Метод нейтрализации сточных вод. Примеры.
4. Метод окисления примесей сточных вод. Окислители.
5. Метод химического осаждения. Реагенты.
6. Технологические схемы реализации методов химического осаждения.

Тема №24. Процессы и аппараты для биологической очистки сточных вод.

Вопросы для самоконтроля и для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу):

1. Основы методов биохимической очистки сточных вод.
2. Свойства сточных вод, подлежащих лочистке биохимическим методом.
3. Сооружения биологической очистки сточных вод в естественных условиях.
4. Условия протекания биологической очистки в естественных условиях
5. Очистка в искусственных условиях.
6. Активный ил, его свойства и условия функционирования.
7. Аэробные и анаэробные методы биохимической очистки
8. Классификация сооружений биохимической очистки.
9. Аэротенки. Принцип действия. Виды аэротенков
10. Окситенки. Принцип действия. Пример конструкции.струкций.
11. Метатенки Принцип действия, примеры конструкций
12. Биофильтры. Принцип действия. Основные типы.

Тема №25-26. Процессы и аппараты для глубокой очистки (доочистки) и обеззараживания сточных вод. Переработка осадков сточных вод..

Вопросы для самоконтроля и для подготовки к коллоквиуму (теоретическому опросу):

1. Формы связи воды в осадках
2. Состав и свойства осадков сточных вод
3. Методы переработки осадков сточных вод
4. Назначение этапа уплотнения кондиционирования в переработке осадков
5. Назначение этапа стабилизации в переработке осадков
6. Назначение этапа уплотнения кондиционирования в переработке осадков
7. Что понимается под «обеззараживанием» сточных вод?
8. Какие виды переработки осадков сточных вод вы знаете?

Тема 27. Примеры технологических схем очистки сточных вод различного происхождения.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание. Ответить на следующий вопрос:

1.Какие технологические схемы очистки сточных вод различного происхождения вы знаете?

Задания для подготовки к тестированию:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, либо запишите словами на ваш взгляд правильный ответ

1. Последовательность расположения типов отстойников в порядке возрастания пропускной способности:

1) радиальные
2) двухъярусные
3) горизонтальные
4) вертикальные

2. Рекомендуемая скорость движения воды в горизонтальных отстойниках … мм/с

а) 2÷3
б) 5-10
в) 10-15
г) 30÷40

3. Последовательность стадий обработки осадка:

а) кондиционирование
б) уплотнение
в) обезвоживание
г) стабилизация

4. Устройство для поддержания постоянного давления газа в метантенках …

а) регулятор давления
б) мокрый газгольдер
в) накопитель
г) газовая свеча

5. Рабочая жидкость, на которой работают инжекторы метантенков …

а) надиловая жидкость
б) сточная вода
в) осадок метантенка
г) сырой осадок

Дополнительные тестовые задания.

- Последовательность движения воды по сооружениям доочистки фильтрованием:

а) фильтры с зернистой загрузкой
б) барабанные сетки
в) насосная станция
г) резервуар для контакта воды с хлором
д) быстроток- аэратор

- Соединения, в которые переходит аммонийный азот при нитрификации:

а) N_2O_5 б) N_2 в) NO_3^- г) NO_2^-

- Соединения, в которые переходят нитраты в процессе денитрификации:

а) NO_2^- б) N_2 в) N_2O_5 г) NO

- Условие, необходимое для процесса нитрификации …

а) наличие кислорода
б) отсутствие кислорода
в) среда N_2
г) среда гелия

- Реагенты, которые могут быть применены для удаления фосфатов из сточных вод:
а) $Al_2(SO_4)_2$
б) оксихлорид алюминия
в) $Fe_2(SO_4)_3$
г) NaCl
- Условие, необходимое для процесса денитрификации …
а) избыток кислорода
б) отсутствие кислорода
в) среда N_2
г) среда гелия
- Доза хлора для обеззараживания сточных вод после механической очистки …(мг/л)
а) 3 б) 5 в) 15 г) 10
- Доза хлора для обеззараживания сточных вод после полной биологической очистки _____ мг/л.
- Гипохлорит натрия образуется при электролизе раствора …
а) $NaNO_3$ б) NaCl в) NaClO г) $CaCl_2$
- Аноксидную зону по степени обеспеченности кислородом можно охарактеризовать как …
а) избыток кислорода
б) нет кислорода
в) заполнена азотом
г) нехватка кислорода
- Фильтрующая загрузка, используемая для доочистки сточных вод:
а) гранитный щебень б) песок в) известняк г) гравий
- Причина, по которой процессы нитрификации начинаются в аэротенках после окисления основной массы углеродсодержащей органики …
а) нехватка кислорода
б) ингибирование нитрифицирующих микроорганизмов углеродсодержащей органикой
в) недостаток питательных веществ
г) избыток питательных веществ
- Органические субстраты, добавляемые на стадии денитрификации:
а) азотсодержащие органические вещества
б) метанол
в) этанол
г) мочевина
- Соответствие процесса схеме реакции:
1) денитрификация а) $2NH_4^+ + 3O_2 = 2NO_2^- + 2H_2O + 4H^+$
2) нитрификация(I фаза) б) $2NO_2^- + O_2 = 2NO_3^-$
3) нитрификация(II фаза) в) $NH_4^+ \leftrightarrow NH_3\uparrow + H^+$
г) $NH_4^+ + OH^- \leftrightarrow NH_3\uparrow + H_2O$
д) $6NO_3^- + 5CH_3OH \rightarrow 3N_2 + 5CO_2 + 7H_2O + 6(OH^-)$
- Соответствие названия реагента формуле:
1) оксихлорид железа а) $Al_2(SO_4)_3$
2) сульфат алюминия б) $FeCl_3$
3) хлорид железа в) Fe_2SO_4
г) $Fe_2(SO_4)_3$
д) $Fe(OH)_2Cl$
- Размер ячеек сеток микрофильтров … мкм
а) 10-20 б) 35-40 в) 300-500 г) 20-30
- Последовательность операций, выполняемых при водо − воздушной промывке фильтра:
а) подача воды
б) подача воздуха и воды
в) спуск воды до уровня песка
г) пуск в работу
- Формула для определения прироста ила …

а) П=0,8Св+0,3L
б) П=0,5Св+0,6L
в) П=0,2Св+0,4L
г) П=0,3Св+0,8L
- Сооружение для стабилизации осадков сточных вод в анаэробных условиях …
а) контактный резервуар
б) метантенк
в) отстойник
г) биологический фильтр
- Оптимальная температура мезофильного режима сбраживания в метантенках …0С
а) 20 б) 49 в) 33 г) 53

Дополнительная самостоятельная работа студентов.

(уровень творческой деятельности)

Подготовить доклад на определенную тему.

Выбор темы осуществляется студентом самостоятельно.

Темы докладов (6 семестр).

1. Характеристика сероводорода, как источника загрязнения атмосферного воздуха и его опасность для окружающей среды.
2. Характеристика технологических процессов – источников выбросов сероводорода.
3. Утилизационные и обезвреживающие технологии очистки промышленных выбросов от сероводорода.
4. Характеристика фтора и его соединений, как источника загрязнения атмосферного воздуха и их опасность для окружающей среды.
5. Характеристика технологических процессов – источников выбросов фтора и фтористых соединений.
6. Утилизационные и обезвреживающие технологии очистки промышленных выбросов от фтора и фтористых соединений.
7. Характеристика хлора и его соединений, как источника загрязнения атмосферного воздуха и их опасность для окружающей среды.
8. Характеристика технологических процессов – источников выбросов фтора и фтористых соединений.
9. Утилизационные и обезвреживающие технологии очистки промышленных выбросов от фтора и фтористых соединений.

Темы докладов (8 семестр).

1. Принципы и методы очистки сточных вод.
2. Установки для коагулирования и флокулирования примесей сточных вод.
3. Очистка воды в бытовых условиях.
4. Установки для нейтрализации.
5. Сооружения и аппараты для биологической очистки сточных вод в искусственных условиях.
6. Аэротенки. Окситенки. Биофильтры..
7. Гидроциклоны. Флотационные аппараты..
8. Схемы сооружений глубокой очистки
9. Экстракционные аппараты иустановки.
10. Схемы сооружений глубокой очистки.
11. Агрохимикаты и их влияние на водные объекты.
12. Устройства для насыщения сточных вод кислородом.
13. Зернистые фильтры.
14. Ультрафильтрация и обратный осмос.
15. Усреднители. Виды. Назначение.

Требования к докладу на практическом (семинарском) занятии

Объем доклада не более 10 листов. Оформление работы должно отвечать общим требованиям, установленным в университете. Результат работы представляется на практическом (семинарском) занятии по соответствующей теме.

Студенту предоставляется время для выступления на практическом (семинарском) занятии продолжительностью не более 15 минут: 10 минут - доклад, 5 минут - ответы на вопросы.

Студент представляет доклад в форме компьютерной презентации, выполненной в MS PowerPoint.

Презентация должна иметь:

слайд, содержащий полное название доклада, ФИО автора;

слайд, содержащий четко сформулированную решаемую задачу;

несколько слайдов, описывающих решение задачи;
слайд, содержащий краткие выводы из работы.

Требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы студентов

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

Оценка выполнения самостоятельной работы студента

Критерии оценки доклада – новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста - актуальность темы доклада; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, нормативными правовыми актами, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (привлечены ли наиболее известные работы по теме доклада статистические данные, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; соблюдение требований к объёму доклада.

Критерии оценки публичного выступления (защита доклада) - логичность построения выступления; грамотность речи; глубина выводов; умение отвечать на вопросы; оригинальность формы представления результата; поведение при защите работы *(*манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.).

Критерии оценки презентации - эстетическое оформление; использование эффектов анимации.

Выполнение доклада и его результаты на занятии оценивается по четырёхбалльной шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Оценка *«отлично»* - доклад полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка «*хорошо*» - доклад в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«удовлетворительно*» - доклад частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«неудовлетворительно*» - доклад не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Направление подготовки

20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)

Инженерная защита окружающей среды

квалификация выпускника: **бакалавр**

Автор: Москвина О.А.

Одобрен на заседании кафедры

Инженерной экологии
(название кафедры)

Зав.кафедрой _____
(подпись)

Студенок Г.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 12.09.2024
(Дата)

Рассмотрен методической комиссией

Инженерно-экономического факультета
(название факультета)

Председатель _____
(подпись)

Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)

Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)

Екатеринбург

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ РАСЧЕТНО-ГРАФИЧЕСКОЙ РАБОТЫ

Расчетно-графическая работа (задание) на тему «Определение параметров эмпирического распределения непрерывной случайной величины» – средство проверки умений применять полученные знания по заранее определенной методике для решения задач или заданий по теме №5 «Требования к результатам экоаналитических работ. Документирование и использование информации экологического мониторинга» дисциплины «Методы и приборы контроля окружающей среды, экологический мониторинг».

Работа выполняется по индивидуальному заданию (Приложение 1). Задание представляет собой выборку непрерывной случайной величины объемом 20 – 30 значений (результаты анализов воды из рек Свердловской области).

Структура расчетно-графической работы

Работа должна содержать:

- титульный лист (пример приведен в Приложении 2);
- краткие теоретические сведения;
- расчетную часть;
- выводы.

Правила оформления

Текст расчетно-графической работы должен быть набран на компьютере интервалом 1 – 1,5 пт на одной стороне стандартного листа белой бумаги с полями: левое – 25 мм, нижнее – 20 мм, верхнее – 15 мм, правое – 10 мм. Нумерация страниц внизу страницы (посередине или в правом углу). Сноски в квадратных скобках в необходимых местах по тексту в конце предложения.

Требования к содержанию работы

Целью работы является изучение порядка расчета параметров эмпирического распределения непрерывной случайной и его применение при обработке результатов наблюдений.

1. Краткие теоретические сведения

Результаты измерений или наблюдений за изучаемыми объектами представляют собой выборки из генеральной совокупности, характеризующей все возможные варианты значений, которые может принимать измеряемая величина.

В задачу статистической обработки результатов наблюдений входит:

1) определение параметров полученного эмпирического распределения случайной величины;
2) оценка гипотезы о подчинении эмпирического распределения нормальному закону;
3) определение доверительного интервала значений измеряемой случайной величины.

Основными параметрами эмпирического распределения случайной величины являются:

- выборочное среднее;
- дисперсия эмпирического распределения;
- среднеквадратическое отклонение случайной величины;
- коэффициент вариации случайной величины.

Выборочное среднее характеризует среднее значение случайной величины в эмпирической выборке и определяется по уравнении:

$$\overline{x} = \frac{\sum_{i=1}^{n} x_i}{n} \qquad (1.1)$$

где n – количество случайных величин в выборке;

x_i – текущее значение случайной величины в выборке.

Дисперсия эмпирического распределения характеризует квадрат отклонения случайной величины от ее среднего значения:

$$S^2 = \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i - \bar{x})^2}{n} \qquad (1.2)$$

Среднеквадратическое отклонение характеризует среднюю величину отклонения (по абсолютной величине) случайной величины от ее среднего значения:

$$S = \sqrt{S^2} \qquad (1.3)$$

Коэффициент вариации является мерой относительной изменчивости наблюдаемой случайной величины:

$$V = \frac{S}{\bar{x}} \cdot 100,\% \qquad (1.4)$$

Для наглядности эмпирическое распределение случайной величины часто представляют графически в виде:

- гистограммы;
- полигона;
- куммуляты.

При графическом представлении эмпирическое распределение подвергается группировке в результате которой, весь интервал изменений случайной величины подразделяется на некоторое число интервалов и затем рассчитывается количество случайных величин, попадающих в последовательно расположенные интервалы.

Для малых выборок (n до 20 - 30 значений) количество интервалов обычно принимается равным 4-6.

Для каждого интервала подсчитывается количество попадающих в него случайных величин (ni) и определяются эмпирические относительные частоты:

$$w_i = \frac{n_i}{n} \qquad (1.5)$$

После подсчета эмпирических частот выполняют графическое представление случайной величины.

Гистограмма строится так: над каждым отрезком оси абсцисс, изображающим интервал значений случайной величины, строится прямоугольник, высота которого пропорциональна относительной частоте в этом интервале.

Полигон распределения строится так: из середины интервалов откладываются ординаты, пропорциональные относительным частотам и концы ординат соединяют.

Куммулята строится так: над каждой серединой интервала откладывается точка, ордината которой пропорциональна накопленной (куммулятивной) частоте на интервале. Полученные точки соединяются ломанной линией.

Для оценки гипотезы о нормальном распределении случайной величины в эмпирической выборке часто применяют критерий Пирсона χ^2 (критерий "кси-квадрат"):

$$\chi^2 = \sum \frac{(w_i - w_i')^2}{w_i'} \qquad (1.6)$$

где w_i – эмпирическая частота на i-ом интервале;

w_i'– ожидаемая частота в соответствии с нормальным законам распределения на i-ом интервале.

Для расчета w_i' эмпирическая выборка подвергается нормированию:

$$z_i = \frac{x_i - \bar{x}}{S} \qquad (1.7)$$

где xi – середина i-го интервала.

Значение w_i' определяется по уравнению:

$$w_i' = 0.4 \cdot e^{-\frac{z_i^2}{2}} \cdot \frac{\Delta_i}{S} \qquad (1.8)$$

где Δi – ширина i-го интервала.

Статистическая оценка гипотезы о нормальном распределении случайной величины проводится сравнением вычисленного значения критерия χ^2 для выборке с табличным $\chi_{таб.}^2$ при разных уровнях значимости гипотезы (Р) и числе степеней свободы (k=n-3).

При статистически значимой гипотезе о нормальном распределении случайной величины доверительный интервал значений случайной величины, в котором лежит ее истинное значение (а), рассчитывается с применение распределения Стьюдента:

$$a = \bar{x} \pm \frac{t_{p,k} \cdot S}{\sqrt{n}} \qquad (1.9)$$

где $t_{p,k}$ - коэффициент нормированных отклонений по распределению Стьюдента.

Значение $\chi_{таб.}^2$ и $t_{p,k}$ приведены в таблицах 1 и 2.

Таблица 1

Табличное значение критерия Пирсона ($\chi^2_{таб.}$)

k	Уровень вероятности гипотезы о нормальном распределении				
	0.99	0,98	0,95	0,90	0.80
1	0,00016	0,00063	0,00393	0,0158	0,0642
2	**0,0201**	**0,0404**	**0,103**	**0,211**	**0,446**
3	0,115	0,185	0,352	0,584	1,005
4	0,297	0,429	0,711	1,064	1,649
5	0,554	0,752	1,145	1,610	2,343
6	0,872	1,134	1,635	2,204	3,070
7	1,239	1,564	2,167	2,833	3,822
8	1,646	2,032	2,733	3,490	4,594
9	2,088	2,532	3,325	4,168	5,380
10	2,558	3,059	3,940	4,865	6,179
11	3,053	3,609	4,575	5,578	6,989
12	3,571	4,178	5,226	6,304	7,807
13	4,107	4,765	5,892	7,042	8,634
14	4,660	5,368	6,571	7,790	9,467
15	5,229	5,985	7,262	8,547	10,307
16	5,812	6,614	7,962	9,312	11,152
17	6,408	7,255	8,672	10,085	12,002
18	7,015	7,906	9,390	10,865	12,857
19	7.633	8,567	10,117	11,651	13,716
20	8,260	9,237	10,851	12,443	14,578
21	8,897	9,915	11,591	13,240	15,445
22	9,542	10,600	12,338	14,041	16,314
23	10,196	11,293	13,091	14,848	17,187
24	10,856	11,992	13,848	15,659	18,062
25	11,524	12,697	14,611	16,473	18,940

Примечание: число степеней свободы k = n – 3 (n – количество интервалов).

Таблица 2

Коэффициент нормированных отклонений по распределению Стьюдента (t)

k	Уровень вероятности			k	Уровень вероятности		
	0,95	**0.99**	**0.999**		**0,95**	**0.99**	**0.999**
1	12,706	63,657	636,62	12	2,179	3,055	4,318
2	4,303	9,925	31,598	13	2,160	3,012	4,221
3	3,182	5,841	12,941	14	2,145	2,977	4,140
4	2,776	4,604	8,610	15	2,131	2,947	4,073
5	2,571	4,032	6,859	16	2,120	2,921	4,015
6	2,447	3,707	5,959	17	2,110	2,898	3,965

7	2,365	3,499	5,405	18	2,103	2,878	3,922
8	2,306	3,355	5,041	19	2,093	2,861	3,883
9	2,262	3,250	4,781	20	2,086	2,845	3,850
10	2,228	3,169	4,587	21	2,080	2,831	3,819
11	2,201	3,106	4,487	22	2,074	2,819	3,792

Примечание: число степеней свободы k = N – 1 (N – количество случайных величин в выборке)

2. Расчетная часть

Лабораторная работа выполняется по индивидуальному заданию (Приложение к расчетно-графической работе №1). Задание представляет собой выборку непрерывной случайной величины объемом 20 – 30 значений (результаты анализов воды из рек Свердловской области).

2.1. Определение параметров эмпирического распределения

По полученной эмпирической выборке рассчитываются по формулам 1.1 – 1.4 значения выборочного среднего, дисперсии эмпирической выборки, среднеквадратического отклонения и коэффициента вариации. Результаты расчетов представляются в виде таблицы.

№	Значение (Xi)	$\left(X_i - \overline{X}\right)^2$	Параметры эмпирического распределения
1			Выборочное среднее $\overline{X}$ =……
2			Дисперсия S^2 = …….
3			Среднеквадратическое отклонение S = ……..
…..			Коэффициент вариации V = ……,%
…….			
19			
20			
Сумма			

Для графического представления эмпирического распределения производится его группировка – разделение на интервалы значений. Рекомендуется выбрать число интервалов (N) равное 5.

Определяется ширина интервала:

$$\Delta = \frac{\left(X_{макс.} - X_{мин.}\right)}{N}$$

где $X_{макс}$, $X_{мин}$ – соответственно, максимальное и минимальное значение в выборке.

По результатам группировки случайных величин из выборки определяют относительные и куммулятивные частоты для каждого интервала. Результаты расчета представляют в таблице.

№	Границы интервала	Середина интервала	Частота		
			абсолютная	относительная	накопленная
1					
2					
3					
4					
5					

По данным таблицы на миллиметровой бумаге строятся графики – гистограмма, полигон распределения и куммулята. Графики прикладываются к отчету по лабораторной работе.

2.2. Оценка гипотезы о подчинении эмпирического распределения нормальному закону.

Производят нормирование значений середин интервалов случайных величин (формула 1.7).

Используя формулу 1.8 рассчитывают значения относительной частоты случайной величины на интервале, в случае ее подчинения нормальному закону распределения.

Рассчитывают значения критерия Пирсона χ^2 по формуле 1.6.

Результаты расчетов приводятся в таблице.

Середина интервала	Нормированное значение середины интервала (z)	Относительная частота		$\frac{(w_i - w_i')^2}{w_i'}$
		эмпирическая (W_i)	теоретическая (W_i')	
				ИТОГО(χ^2):

По таблице 1 определяем, при каком уровне значимости гипотезы о нормальном распределении (Р) выполняется условие $\chi^2 < \chi_{таб.}^2$ Уровень значимости, при котором выполняется это условие соответствует вероятности выполнения гипотезы о нормальном распределении случайной величины.

2.3. Определение доверительного интервала значений измеряемой случайной величины.

По таблице 2 определяется значение $t_{p,k}$ (коэффициент нормированных отклонений по распределению Стьюдента). Уровень значимости принимается равным 0.95 (95%). Затем по формуле 1.9 рассчитывается доверительный интервал для значения случайной величины.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Вариант 1
Река Решетка. Створ села Новоалексеевское.
Содержание сульфат-иона SO_4^{2-}, мг/л:

27,2	37,5	38,4	60	58,1
41,3	52,8	58,1	45,6	38,4
31,2	48	36,5	33,1	37,9
56,2	45,6	42,2	40,3	46,5

Вариант 2
Река Решетка. Створ села Новоалексеевское.
Содержание иона Fe, мг/л:

0,19	0,15	0,36	0,24	0,52
0,28	0,34	0,46	0,4	0,52
0,52	0,35	0,56	0,19	0,37
0,45	0,24	0,16	0,27	0,57

Вариант 3
Река Решетка. Створ села Новоалексеевское.
Содержание иона Zn, мкг/л:

24	19	20	25	29
36	35	28	48	25
41	21	26	40	55
20	22	21	25	35

Вариант 4
Река Решетка. Створ села Новоалексеевское.
Содержание иона Cu, мкг/л:

7	7	9	13	9
9	7	6	5	6
9	9	6	11	10
13	5	6	6	12

Вариант 5
Водохранилище Белоярское
Содержание сульфат-иона SO_4^{2-}, мг/л:

59,5	69,1	71,4	78,7	74,5
62,4	72	67,2	78,7	74,9
63,4	67,2	71	76,8	72,9
63,4	76,9	80,6	76,8	57,6

Вариант 6
Водохранилище Белоярское
Содержание иона Fe, мг/л:

0,25	0,19	0,195	0,094	0,105
0,22	0,16	0,25	0,205	0,096
0,19	0,3	0,125	0,105	0,093
0,23	0,3	0,128	0,236	0,097

Вариант 7
Водохранилище Белоярское
Содержание иона Cu, мкг/л:

7	5	9	9	10
7	8	11	10	10
7	10	8	8	12
8	9	9	9	5

Вариант 8
Водохранилище Белоярское
Содержание иона Zn, мкг/л:

49	36	26	19	24
43	54	35	23	27
44	59	24	25	20
22	56	21	32	52

Вариант 9
Озеро Таватуй, п.Приозерный
Содержание иона Zn, мкг/л:

27	17	26	15	27
16	17	32	19	23
21	23	12	19	30
18	25	11	29	32

Вариант 10
Озеро Таватуй, п.Приозерный
Содержание иона Cu, мкг/л:

9	6	6	6	7
3	4	7	7	5
3	3,5	6	8	5
3,5	4,2	7	8,5	3,5

Вариант 11

Озеро Таватуй, п.Приозерный
Содержание иона Fe, мг/л:

0,12	0,1	0,15	0,08	0,09
0,14	0,09	0,13	0,11	0,1
0,11	0,14	0,16	0,25	0,07
0,15	0,13	0,17	0,08	0,09

Вариант 12
Озеро Таватуй, п.Приозерный
Содержание иона SO_4^{2-}, мг/л:

14,4	22	28,8	29,3	29,4
15,4	13	25,9	32,2	29,4
14,5	36	25,5	27,9	31,7
15,3	36	25,5	29,8	31,2

Вариант 13
Река Решетка. Створ села Новоалексеевское.
Содержание сульфат-иона SO_4^{2-}, мг/л:

27	37,5	38,4	60	58,1
41,3	52,8	58,1	45,6	38,4
31,2	49	36,5	33,1	38,2
56,2	45,6	42,2	40,3	46,5

Вариант 14
Река Решетка. Створ села Новоалексеевское.
Содержание иона Fe, мг/л:

0,21	0,17	0,36	0,24	0,52
0,29	0,34	0,46	0,42	0,52
0,52	0,35	0,56	0,19	0,37
0,45	0,24	0,16	0,27	0,57

Вариант 24
Река Решетка. Створ села Новоалексеевское.
Содержание иона Zn, мкг/л:

24	19	20	25	29
36	35	28	48	25
41	21	26	40	55
20	22	21	25	35

Вариант 15
Река Решетка. Створ села Новоалексеевское.
Содержание иона Cu, мкг/л:

7	7	9	13	9
9	7	6	5	6
9	9	6	11	10
13	5	6	6	12

Вариант 16
Водохранилище Белоярское
Содержание сульфат-иона SO_4^{2-}, мг/л:

59,5	69,1	71,4	78,7	74,5
62,4	72	67,2	78,7	74,9
63,4	67,2	71	76,8	72,9
63,4	76,9	80,6	76,8	57,6

Вариант 17
Водохранилище Белоярское
Содержание иона Fe, мг/л:

0,25	0,19	0,195	0,094	0,105
0,22	0,16	0,25	0,205	0,096
0,19	0,3	0,125	0,105	0,093
0,23	0,3	0,128	0,236	0,097

Вариант 18
Водохранилище Белоярское
Содержание иона Cu, мкг/л:

7	5	9	9	10
7	8	11	10	10
7	10	8	8	12
8	9	9	9	5

Вариант 19
Водохранилище Белоярское
Содержание иона Zn, мкг/л:

49	36	26	19	24
43	54	35	23	27
44	59	24	25	20
22	56	21	32	52

Вариант 20
Озеро Таватуй, п.Приозерный
Содержание иона Zn, мкг/л:

27	17	26	15	27
16	17	32	19	23
21	23	12	19	30
18	25	11	29	32

Вариант 21
Озеро Таватуй, п.Приозерный
Содержание иона Cu, мкг/л:

9	6	6	6	7
3	4	7	7	5
3	3,5	6	8	5
3,5	4,2	7	8,5	3,5

Вариант 22
Озеро Таватуй, п.Приозерный
Содержание иона Fe, мг/л:

0,12	0,1	0,15	0,08	0,09
0,14	0,09	0,13	0,11	0,1
0,11	0,14	0,16	0,25	0,07
0,15	0,13	0,17	0,08	0,09

Вариант 23
Озеро Таватуй, п.Приозерный
Содержание иона SO_4^{2-}, мг/л:

14,4	22	28,8	29,3	29,4
15,4	13	25,9	32,2	29,4
14,5	36	25,5	27,9	31,7
15,3	36	25,5	29,8	31,2

ПРИЛОЖЕНИЕ 2

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

КУРСОВАЯ РАБОТА
по дисциплине «МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ»

на тему: «Стратегии выживания популяций»

Зав. кафедрой	А.В. Хохряков
Преподаватель	О.А. Москвина
Студент	И.И. Иванов

Екатеринбург, 20..

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

МЕТОДЫ И ПРИБОРЫ КОНТРОЛЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ, ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

Направление подготовки

20.04.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)

Инженерная защита окружающей среды

квалификация выпускника: **бакалавр**

Автор: Москвина О.А.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

Изучение дисциплины «Методы и приборы контроля окружающей среды, экологический мониторинг» реализуется в виде контактной работы обучающихся с преподавателями и самостоятельной работы.

Текущий контроль знаний, умений, владений как результат формирования компетенций осуществляется в ходе аудиторных занятий, проводимых по расписанию. Форма такого контроля (оценочные средства) – опрос, рабочая тетрадь, коллоквиум, тест. Промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины проводится в форме курсовой работы и зачета.

Контактная работа обучающихся с преподавателями по дисциплине «Методы и приборы контроля окружающей среды, экологический мониторинг» осуществляется в форме лекционных и практических (семинарских) занятий, целью которых является оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний по предмету.

При изучении дисциплины важную роль играет самостоятельная работа, которая заключается в организации систематического изучения тем курса учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины «Методы и приборы контроля окружающей среды, экологический мониторинг» и приобретения компетенций, предусмотренных рабочей программой дисциплины, обучающиеся должны реализовать следующие виды самостоятельной работы: изучение тем курса; подготовка к коллоквиуму (теоретическому опросу); выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите; рабочая тетрадь (подготовка к лекции); подготовка к зачету/экзамену.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Литература, предлагаемая для изучения дисциплины, представлена в рабочей программе. Вся рекомендуемая литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Теоретические знания, полученные в ходе изучения основной и дополнительной литературы, участие в практических занятиях (семинарских) позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной контактной работе обучающихся с преподавателями и самостоятельной работе, студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента при освоении дисциплины «Методы и приборы контроля окружающей среды, экологический мониторинг» состоит из следующих видов работ:

- изучение тем курса;
- подготовка к докладу и его защита;
- выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите;
- рабочая тетрадь (подготовка к лекции);
- подготовка к зачету/экзамену.

Самостоятельное изучение тем курса предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, работу с интернет-ресурсами, конспектирование изученного материала.

Подготовка к докладу заключается в изучении нормативных правовых актов, соответствующей учебной основной и дополнительной литературы по теме, записей по рекомендованным источникам.

Рабочая тетрадь – дидактический комплекс, предназначенный для самостоятельной работы обучающегося и позволяющий оценивать уровень усвоения им учебного материала.

Подготовка к зачету предполагает повторное прочтение всего пройденного материала, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными.

Конкретные виды заданий по дисциплине «Методы и приборы контроля окружающей среды, экологический мониторинг» указаны далее.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО)

Суммарный объем часов на СРО очной формы обучения составляет **84** часа.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час*	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным и практическим занятиям					
1	Самостоятельное изучение тем курса	1 час	0,5-4,0	0,5*74=37	37
2	Подготовка к докладу	1 час	1,0-2,0	1*15==15	15
3	Выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите	1 работа	0,5-2,5	1,5*1=1,5	1,5
4	Рабочая тетрадь (подготовка к лекции)	1 тема	0,5-1,0	0,5*11=5,5	5,5
Другие виды самостоятельной работы					
5	Подготовка к зачету/экзамену	1 вопрос	0,5-1,0	0,5*50=25	25
	Итого:			84	25

Форма контроля самостоятельной работы студентов – устный опрос, защита доклада; проверка рабочей тетради, расчетно-графической работы, экзамен.

Раздел 1. Научные основы экологического мониторинга.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

– Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата/ А.П. Хаустов, М.М.Редина; Российский университет дружбы народов. - Москва: Юрайт, 2016. - 490 с. (глава 1);

– Дмитренко, В.П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 368 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4043 (глава 2);

– Вартанов, А.З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник. – Электрон. дан. – Москва: Горная книга, 2009. – 640 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1494 (раздел 1.2).

Вопросы для проведения опроса:

Тема 1.1. Естественные и антропогенные факторы, влияющие на состояние окружающей среды. Загрязнения в окружающей среде, их классификация. Нормирование качества окружающей среды.

1. Естественные и антропогенные факторы, влияющие на состояние окружающей среды окружающей среды.
2. Основные источники загрязнения атмосферного воздуха. Классификация источников загрязнения.
3. Нормативы качества атмосферного воздуха.
4. Нормирование загрязнения атмосферы.
5. Основные источники и виды антропогенного загрязнения гидросферы. Классификация загрязнений.
6. Показатели качества воды.
7. Нормативы качества природных вод.
8. Нормирование загрязнения поверхностных вод.
9. Загрязнение почв. Основные источники загрязнения.
10. Нормирование допустимых загрязнений в почвах.
11. Нормирование воздействия на окружающую среду.

Тема 1.2. Понятие, цели и задачи экологического мониторинга.

1. Понятие об экологическом мониторинге. Объекты и субъекты экологического мониторинга.
2. Основные цели и задачи экологического мониторинга.

Тема 1.3. Виды мониторинга. Существующие подходы и принципы классификации подсистем мониторинга. Методы ведения мониторинга.

1. Существующие подходы и принципы классификации подсистем мониторинга.
2. Виды монитора окружающей среды.
3. Методы осуществления экологического мониторинга.
4. Универсальная схема системы мониторинга.

Доклад – публичное выступление по теме, единой для всех обучающихся – «Биосферные заповедники Российской Федерации». Индивидуальное задание состоит в описании конкретных биосферных резерватов, перечень которых предлагается преподавателем. Форма представления – интерактивная презентация.

Биосферные заповедники Российской Федерации:

1. Алтайский государственный природный биосферный заповедник.
2. Астраханский биосферный заповедник.
3. Байкальский биосферный заповедник.
4. Баргузинский биосферный заповедник.
5. Брянский лес, государственный природный биосферный заповедник.
6. Висимский государственный природный биосферный заповедник.
7. Волжско-Камский государственный природный биосферный заповедник.
8. Воронежский биосферный заповедник.
9. Дарвинский государственный биосферный природный заповедник.
10. Даурский биосферный заповедник.
11. Жигулевский государственный природный биосферный заповедник имени И.И. Спрыгина.
12. Кавказский государственный биосферный заповедник.
13. Катунский биосферный заповедник.
14. Керженский государственный природный биосферный заповедник.
15. Командорский государственный биосферный заповедник.
16. Кроноцкий государственный биосферный заповедник.
17. Лапландский природный биосферный заповедник.
18. Окский биосферный заповедник.
19. Печоро-Илычский биосферный заповедник.
20. Приокско-Террасный биосферный заповедник.
21. Саяно-Шушенский биосферный заповедник.
22. Сихотэ-Алинский биосферный заповедник.
23. Сохондинский государственный природный биосферный заповедник.
24. Таймырский биосферный заповедник.
25. Тебердинский государственный природный биосферный заповедник.
26. Биосферный заповедник Убсунурская котловина.
27. Центрально-Лесной биосферный заповедник.
28. Центрально-Черноземный биосферный заповедник.
29. Центральносибирский биосферный заповедник.
30. Биосферный заповедник Чёрные земли.
31. Ханкайский заповедник.
32. Башкирский Урал.
33. Дальневосточный морской заповедник.
34. Кедровая Падь.
35. Кенозерский национальный парк.
36. Национальный парк Смоленское Поозерье.
37. Национальный парк Угра.

Раздел 2. Уровни экологического мониторинга, особенности его ведения в зависимости от пространственного охвата.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

– Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата/ А.П. Хаустов, М.М.Редина; Российский университет дружбы народов. - Москва: Юрайт, 2016. - 490 с. (глава 2);

– Дмитренко, В.П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 368 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4043 (глава 3);

– Вартанов, А.З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник. – Электрон. дан. – Москва: Горная книга, 2009. – 640 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1494

Вопросы для проведения опроса:

1. Глобальный мониторинг окружающей среды.
2. Национальный мониторинг окружающей среды.
3. Региональный мониторинг окружающей среды.
4. Локальный мониторинг окружающей среды.
5. Фоновый мониторинг окружающей среды.
6. Глобальная система окружающей среды (ГСМОС).
7. Единая государственная система экологического мониторинга (ЕГСЭМ).

Раздел 3. Системы мониторинга природных сред.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

– Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата/ А.П. Хаустов, М.М.Редина; Российский университет дружбы народов. - Москва: Юрайт, 2016. - 490 с. (глава 8 – 10);

– Дмитренко, В.П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 368 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4043 (глава 4 - 7).

Вопросы для проведения опроса:

1. Организация сети наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха.
2. Организация наблюдений поверхностных вод суши.
3. Организация мониторинга подземных вод.
4. Организация мониторинга почв и грунтов.
5. Организация мониторинга биоты.
6. Категории постов наблюдений атмосферного воздуха.
7. Программы наблюдений на стационарных постах.

8. Наблюдения за загрязнением атмосферы на стационарных постах.

9. Наблюдения за загрязнением атмосферы на маршрутных и подфакельных постах.

10. Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха выбросами автотранспорта.

11. Обоснование перечня загрязняющих веществ, подлежащих контролю в атмосферном воздухе. Краткая характеристика веществ, подлежащих контролю.

12. Организация пунктов контроля поверхностных вод суши.

13. Категории пунктов наблюдений поверхностных вод суши.

14. Программы наблюдений поверхностных вод суши.

15. Наблюдения за загрязнением морских вод.

16. Программы наблюдений за качеством морских вод.

17. Контроль загрязнения почв.

18. Обобщенная программа контроля загрязнения почв.

19. Контроль загрязнения почв пестицидами.

20. Контроль загрязнения почв вредными веществами промышленного происхождения.

21. Организация мониторинга объектов размещения отходов.

Раздел 4. Технология и средства контроля загрязнения окружающей среды.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

– Экологический мониторинг: учебник для академического бакалавриата/ А.П. Хаустов, М.М.Редина; Российский университет дружбы народов. - Москва: Юрайт, 2016. - 490 с. (глава 8 – 10);

– Дмитренко, В.П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 368 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4043 (глава 8);

– Вартанов, А.З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник. – Электрон. дан. – Москва: Горная книга, 2009. – 640 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1494 (глава 2 – 5).

Вопросы для проведения опроса:

1. Последовательность операции технологического цикла экоаналитического контроля загрязнений окружающей среды.

2. Пробоотбор и пробоподготовка. Представительная проба и представительный отбор проб. Временные факторы при отборе проб. Приготовление средней пробы.

3. Консервация жидких, твердых и газообразных проб. Условия хранения консервированных проб.

4. Отбор проб атмосферного воздуха.

5. Отбор проб поверхностных вод.

6. Отбор проб атмосферных осадков.

7. Отбор проб из подземных источников.

8. Отбор проб почв и грунтов.

9. Отбор проб растительности.

10. Средства контроля воздушной и других газообразных сред.
11. Средства контроля вод и других жидких сред.
12. Средства контроля почв.
13. Средства измерений универсального назначения (лабораторные приборы).
14. Обзор методов определения загрязняющих веществ, используемых при контроле качества природных сред.
15. Средства выполнения операции технологического цикла экоаналитического контроля загрязнений окружающей среды.
16. Характеристика средств контроля воздушной и других газообразных сред.
17. Характеристика средств контроля вод и других жидких сред.
18. Характеристика средства контроля почв.
19. Характеристика средства измерений универсального назначения (лабораторные приборы).

Раздел 5. Требования к результатам экоаналитических работ. Документирование и использование информации экологического мониторинга.

Цель: накопление, систематизация и закрепление знаний по теме, приобретение навыков работы с литературой.

Задания

Самостоятельное изучение тем курса:

– Дмитренко, В.П. Экологический мониторинг техносферы [Электронный ресурс]: учебное пособие/ В.П. Дмитренко, Е.В. Сотникова, А.В. Черняев. – Электрон. дан. – Санкт-Петербург: Лань, 2014. – 368 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/4043 (глава 16);

– Вартанов, А.З. Методы и приборы контроля окружающей среды и экологический мониторинг [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ А.З. Вартанов, А.Д. Рубан, В.Л. Шкуратник. – Электрон. дан. – Москва: Горная книга, 2009. – 640 с. – Режим доступа: https://e.lanbook.com/book/1494 (раздел 1.3).

Вопросы для проведения опроса:

1. Требования к результатам экоаналитических работ.
2. Документирование и использование информации экологического мониторинга.
3. Требования к средствам измерений.
4. Требования к методикам выполнения измерений.
5. Требования к технической компетентности экоаналитических лабораторий.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценивания опроса: правильность ответа, всесторонность и глубина ответа (полнота), наличие выводов, соблюдение нормы литературной речи, владение профессиональной лексикой.

Каждый показатель – 1 балл.

Правила оценивания:

- 5 баллов (90-100%) – оценка «отлично»,
- 4 балла (70-89%) – оценка «хорошо»,
- 3 балла (50-69%) – оценка «удовлетворительно»,
- 0-2 балла (0-49%) – оценка «неудовлетворительно».

Критерии оценивания доклада: полнота и правильность раскрытия темы; правильность ответа на вопросы, связанные с подготовленным материалом; доступность и логичность, творческий подход в изложении материала.

Правила оценивания:

- 5 баллов (90-100%) – оценка «отлично»,
- 4 балла (70-89%) – оценка «хорошо»,
- 3 балла (50-69%) – оценка «удовлетворительно»,
- 0-2 балла (0-49%) – оценка «неудовлетворительно».

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Цейтлин Е.М. доцент, к.г.-м.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КУРСОВОГО ПРОЕКТА.

Целью курсового проекта являются:
- закрепление навыков самостоятельного решения инженерных задач с использованием технической литературы, справочных и нормативных материалов;
- закрепление и систематизация знаний студентов по вопросам охраны атмосферного воздуха применительно к следующим аспектам: инвентаризация источников выбросов на горнодобывающем предприятии, расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Основание для выполнения проекта – индивидуальное задание, выдаваемое руководителем.

Проект состоит из текстовой и графической частей.

Текстовая часть проекта оформляется в виде брошюрованной записки, содержащей: титульный лист (Приложение 1); оригинал задания на проектирование (прилагается к записке между титульным и первым листами); оглавление с перечислением разделов записки и их постраничного размещения; введение; главная часть; заключение; список использованной литературы.

Во введении приводится название темы курсового проекта, определяются цели и задачи.

В главной части приводится текст с расчетами, обоснованиями, схемами и пояснениями.

В заключении резюмируются итоги выполненной работы, приводятся выводы о достижении целей и задач, заявленных во введении.

Завершает курсовой проект список используемой литературы – пронумерованный арабскими цифрами перечень используемых материалов.

Оформление курсового проекта должно отвечать действующим требованиям к изложению текстов.

Общий объем не должен превышать 25-30 страниц компьютерного набора, выполненного на одной стороне формата А4, с полями: верхнее- 20 мм, правое – 10 мм, левое – 30мм, нижнее – 20 мм.

Напечатанный текст должен соответствовать следующим требованиям: шрифт Times New Roman, размер кегля – 12-14, интервал – 1-1,5 пт.

Все листы курсового проекта, за исключением титульного, нумеруются арабскими цифрами, внизу страницы.

Изложение текста в курсовом проекте должно быть сжатым, грамотным. Не допускаются сокращения слов, за исключением общепринятых. Предложения строятся в безлично-именной форме.

Таблицы, рисунки и схемы, помещенные в записку, нумеруются и именуются по содержанию. В тексте на них даются ссылки. Рисунки, таблицы, формулы нумеруются последовательно по разделам. Например, первый рисунок в разделе 1 имеет нумерацию 1.1, второй 1.2 и т.д. Первая таблица в разделе 2 имеет номер 2.1, вторая 2.2 и т.д.

Номера и заголовки к таблицам пишутся над ними, номера и названия рисунков – под ними. При аналитических расчетах сначала записывается формула с буквенным обозначением параметров, ставится знак равенства, подставляются значения параметров, и пишется результат вычислений. Ниже формулы дается расшифровка параметров и обоснование их значений. Специальные обозначения (формулы, символы), если нет возможности их отпечатать, вписываются четким почерком черными чернилами.

Курсовой проект должен иметь правильно оформленный научный аппарат. Цитаты, сноски, список литературы должны удовлетворять следующим требованиям: необходимо указывать фамилии и инициалы авторов работ; полное название работы (книги, статьи и т.п.).

Задания.

Цель работы: Произвести оценку экономической эффективности в проект по заданным исходным данным.

Исходные данные, общие для каждого студента:

А. Базовые данные

1) Год начала кап. вложений – 2014 г.
2) Срок оценки – принимается из базового варианта
3) Себестоимость добычи и вскрыши – принимается из базового варианта
4) Норма амортизации оборудования – принимается из базового варианта
5) Ставка платы за право добычи – принимается из базового варианта
6) Ставки НДС и налога на прибыль – принимаются из базового варианта
7) Общая площадь земельного отвода предприятия – 850 га (размеры и этапы изъятия земель определяются индивидуально)
8) Относительная опасность сбросов и выбросов

Б. Динамические данные

1) Источники финансирования – коммерческие кредиты

Исходные данные, общие для каждой бригады*:

Показатели	Номер бригады					
	1	2	3	4	5	6
Срок строительства предприятия, лет	1	2	3	2	3	2
Класс токсичности отходов	5	3	4	3	3	4
Структура земельного отвода (соотношение сельскохозяйственных и лесных угодий)	с/х-10% лес-90%	с/х-20% лес-80%	с/х-30% лес-70%	с/х-40% лес-60%	с/х-50% лес-50%	с/х-25% лес-75%
Процентная ставка за кредит	6%	14%	2%	10%	8%	15%
Уровень инфляции	6%	6%	6%	8%	8%	8%
Капитальные вложения (сумма инвестиций) – распределяется по годам и видам индивидуально	300	400	450	500	550	600
Проектная производительность по полезному ископаемому**	База + 400	База – 200	База + 200	База – 300	База + 300	База + 500

* - номер бригады определяется по приложению 2 в зависимости от вида полезного ископаемого

** - в первый год эксплуатации производительность карьера принимается равной 50% от проектной, а объем вскрышных работ – 70% от базового варианта

Индивидуальные исходные данные:

1)Вид полезного ископаемого
2)Плотность полезного ископаемого – определить самостоятельно
3)Цена полезного ископаемого
4)Ставка дисконтирования – определяется в зависимости от порядкового номера студента по журналу:
- для №№ 1-12 = номер по списку + 6
- для №№ 13-28 = номер по списку – 8

5)Площадь рекультивированных земель по годам – обосновывается самостоятельно
6)Ставка на воспроизводство минерально-сырьевой базы (налоговая ставка)
7)Масса сбросов и выбросов
8)Стоимость размещения отходов, плата за сброс, плата за выброс загрязняющих веществ
9)Стоимость отчуждения (изъятия) земель с учетом их структуры
10) Ставка земельного налога

Все прочие исходные данные принимаются по умолчанию из базового варианта.

Задачи, решаемые в процессе выполнения курсовой работы:

1)Самостоятельно определить данные для ввода в исходные таблицы

2)Рассчитать показатели экономической эффективности проекта и дать им соответствующее толкование (с представлением результатов расчетов в виде основных распечаток по программе «Econex 2» и их анализом)

3)При прочих равных условиях определить при каких значениях проект становится экономически неэффективным (неосуществимым) или наоборот (т.е. выполнить факторный анализ и представить в виде графиков изменение экономических показателей от рассматриваемых факторов):

- цены полезного ископаемого
- стоимости размещения отходов
- ставки платы за право добычи
- процентной ставки за кредит
- производительности по полезному ископаемому

Варианты для курсового проекта:

Порядковый номер студента по журналу	Вид полезного ископаемого	Район добычи полезного ископаемого
1	Железная руда	Кушва
2	Мрамор	Полевской
3	Золото	Краснотуринск
4	Хромиты	Серов
5	Апатиты	Нижний Тагил
6	Асбест	Асбест
7	Медная руда	Краснотуринск
8	Хромиты	Алапаевск
9	Марганец	Ивдель
10	Золото	Березовский
11	Платина	Нижний Тагил
12	Бокситы	Североуральск
13	Мрамор	Двуреченск
14	Алмазы (кимберлит)	Ивдель
15	Уголь	Карпинск
16	Никель	Реж
17	Свинец	Алапаевск
18	Хромиты	Нижняя Тура
19	Золото	Невьянск
20	Золото	Березовский
21	Уголь	Алапаевск
22	Олово	Красноуфимск
23	Молибден	Верхняя Тавда
24	Урановая руда	Серов
25	Вольфрам	Ивдель
26	Сланец	Кушва
27	Железная руда	Качканар
28	Медная руда	Кировград
Номер бригады	Вид полезного ископаемого	Цена полезного ископаемого
1	Железная руда Асбест Марганец Хромиты	1,0 х (база)
2	Уголь Сланец Мрамор	0,65 х (база)
3	Апатиты Бокситы	0,9 х (база)
4	Медная руда Никель Свинец Цинк Олово	1,5 х (база)
5	Молибден Вольфрам Урановая руда	2,0 х (база)
6	Алмазы (кимберлит) Золото Платина	2,5 х (база)

Критерии оценивания.

Оценивание выполнения и защиты курсовой работы осуществляется следующим образом:

Критерии оценки курсовой работы	*Количество баллов*
Качество выполненной работы (теоретический уровень)	0-10
Самостоятельность выполнения	0-3
Логичность изложения материала	0-2
Соответствие требованиям оформления	0-2
Защита курсовой работы	0-3
Итого	0-20

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

КУРСОВОЙ ПРОЕКТ

На тему: «Инвентаризация источников выбросов загрязняющих веществ и расчет рассеивания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на примере горнодобывающего предприятия»

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Руководитель проекта …….

Студент ……

Екатеринбург, 20…

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРЕДПРИЯТИЙ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Цейтлин Е.М. доцент, к.г.-м.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Проектирование предприятий» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить контрольную работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Проектирование предприятий» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Проектирование предприятий» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя контрольную работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, контрольной работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- самостоятельное изучение тем курса;
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим (лабораторным, семинарским занятиям;
- выполнение и защита курсового проекта*;
- работа с порталом электронных образовательных ресурсов;
- работа с литературой и интернет-ресурсами;
- тестирование.

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки и для подготовки к устному опросу позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Работа с порталом электронных образовательных ресурсов предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов, размещенных на портале.

Работа с литературой и интернет-ресурсами дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Выполнение домашних заданий предусмотрено в следующей форме:

написание реферата – подготовка доклада на определенную тему, включающего обзор соответствующих литературных и других источников или краткое изложение книги, научной работы, статьи, исследования;

Конкретные виды заданий по дисциплине «Проектирование предприятий» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО)

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет **84** часов.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					48
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	1 х 30= 30	28
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	0,5-4,0	2,0 х 4 = 6	6
4	Подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям	1 занятие	0,3-2,0	1 х 14= 14	14
Другие виды самостоятельной работы					36
5	Тестирование	1 тестирование по теме	0,5-1,0	0,9 х 9 = 8,1	8
6	Подготовка и написание курсового проекта	1 работа	10-14	12 х 1 = 14	14
7	Подготовка к зачету/экзамену	2 вопроса	0,5-1,0	0,5 х 26 = 14	14
	Итого:				**84**

Тема 1. Понятие «проект». Задачи, решаемые в проекте предприятия.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение профессиональной терминологией при разработке проектной документации.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 1 главу пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Какое назначение у проекта?
2. Какие задачи решаются во время проектирования?
3. Какая нормативная документация определяет требования к процессу проектирования и составу проекта?
4. Обоснуйте проектирование на различных этапах.

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, впишите словами там где это требуется.

Тема 1. Понятие «проект». Задачи, решаемые в проекте предприятия.

1. Проект (“Projectus” - продвинутый вперед) - имеет 2 толкования, выбрать верные:
а) официальный документ, который разрабатывается в соответствии с определенными нормативами и правилами. В его состав входят чертежи, расчеты, письменные пояснения
б) документ содержащий в себе информацию о предприятии
в) какое-либо начинание в области промышленности, финансов, науки и т.д., которое направлено на достижение определенной цели
г) фиксирование новых наилучших доступных технологий
2. Определение цели инвестирования, назначение и мощность объекта строительства, определение условий реализации проекта. Результатом работ, выполненных на первом этапе является документ…
3. Найдите соответствие:

1.	Технологический процесс	А.	изменение геометрических форм и размеров, физико-химических свойств предметов труда
2.	Естественный процесс	Б.	совокупность всех действий людей и орудий труда, осуществляемых на предприятии для изготовления продукции
3.	Производственный процесс	В.	изменение предметов труда происходит под влиянием сил природы без участия человека

4. Разработка технико-экономического обоснования, его согласование и утверждение на основании:
а) СНиП 1.7.2. 1322
б) СНиП 11-01-95
в) ГОСТ 9949-1-2019
г) ГОСТ 58431-2019
5. Технико-экономическое обоснование (ТЭО)- это…
6. Контролирующими органами, осуществляющими согласование, являются:
а) госгортехнадзор
б) ротехнадзор
в) госсанэпиднадзор
г) экологический контроль
д) росприроднадзор
7. К какому из специализированных комплексов относится машиностроение:
а) сельское хозяйство;
б) промышленность;
в) транспорт;
г) связь;
д) ЖКХ
8. Специализация производства – это…
9. Технико-экономическое обоснование разрабатывается:
а) на предпроектном этапе проектирования
б) в ходе маркетинговых исследований
в) на проектном этапе
г) в процессе авторского надзора за строительством
д) на послепроектном этапе
е) после привлечения инвесторов проекта
10. Документационное обеспечение организационной системы включает:
а) оценку финансового положения предприятия
б) официальные положения и инструкции, регламентирующие деятельность организации
в) руководства по производству и сбыту продукции
г) систематически обновляемые массивы информационной базы

Тема 2. Исходная информация для проектирования. Состав проекта на различных стадиях.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками выполнения профессиональных функций при разработке проектной документации.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 4 и 5 главу пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Как определяется нужная детальность расчета?
2. Как зависят объемы работ от степени готовности проекта?
3. Как осуществляются предпроектные оценки?.

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, впишите словами там где это требуется.

Тема №2 Исходная информация для проектирования. Состав проекта на различных стадиях.

1. Соотнести по значению исходную информацию для проектирования:

1.	Руководящая информация	А.	включает данные, содержащиеся в чертежах и технических условиях на изготовление и приёмку изделия, размер и срок выполнения программного задания (по этапам).
2.	Базовая информация	Б.	содержит требования отраслевых стандартов к технологическим процессам и методам управления ими, а также стандартов на оборудование и оснастку, документацию на действующие единичные, типовые и групповые технологические процессы, производственные инструкции, документацию по технике безопасности и промышленной санитарии, материалы по выбору технологических нормативов (режимов обработки, припусков, норм расхода материалов) и др.
3.	Справочная информация	В.	состоит из описаний прогрессивных методов изготовления, каталогов, паспортов, справочников, альбомов компоновок прогрессивных средств технологического оснащения, планировок производственных участков и пр.

2. Денежные поступления (ДП) от проекта определяются по следующей формуле, где Р - приток денег, выручка от реализации продукции;
З - совокупные затраты;
Пр - проценты по заимствованным средствам;
А - амортизация;
Н - налоги:

а) ДП = Р - (З - А) - Пр - Н
б) ДП = Р - (З - А) - Пр + Н
в) ДП = Р - (З+А) - Пр - Н

3. Денежные поступления за каждый год существования проекта определяют..

4. Коммерческая эффективность – это…

5. Проект никогда не будет принят для реализации, если он не обеспечивает следующего:

а) получение прибыли, обеспечивающей рентабельность проекта не ниже уровня желаемого инвестором
б) возмещение вложенных средств за счет доходов от реализации проекта
в) надежные отчисления в амортизационный фонд
г) окупаемость инвестиций в пределах требуемого срока

6. ЧДД – это…

7. Каждый проект характеризуется следующими основными параметрами:

А) цель (результат)
Б) стоимость и бюджет проекта
В) жизненный цикл проекта
Г) нет верного варианта ответа

Тема 3. Обоснование кондиций на минеральное сырье как начальная стадия горных проектов.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками выполнения профессиональных функций при разработке проектных решений.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 1 главу пособия: Горшкова Н.Г. Изыскания и проектирование дорог промышленного транспорта [Электронный ресурс] : учебное пособие / Н.Г. Горшкова. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Профобразование, 2017. — 257 c. — 978-5-4488-0142-6. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/64649.html

2. Вопросы для подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Как ведется подсчет запасов полезных ископаемых?
2. Что такое кондиция?
3. Какие правовые и экономические условия недропользования, подлежащие учёту в проектных расчетов вы знаете?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, впишите словами там где это требуется.

Тема №3 Обоснование кондиций на минеральное сырье как начальная стадия горных проектов.

1. Что понимается под балансовыми запасами полезных ископаемых?
А) разведанные запасы полезных ископаемых;
Б) промышленные запасы полезных ископаемых;
В) предварительно оцененные запасы полезных ископаемых;
Г) разведанные запасы полезных ископаемых по их экономическому значению
2. Как разделяются промышленные запасы по степени подготовленности к добыче…
3. Кондиции на минеральное сырье представляют собой:
А) комплексное и безопасное использование недр
Б) необходимую информацию геологического характера для обозначения мест добычи полезных ископаемых
В) совокупность требований к качеству и количеству полезных ископаемых, горно-геологическим и иным условиям их разработки, обеспечивающих наиболее полное комплексное и безопасное использование недр на рациональной экономической основе с учетом экологических последствий эксплуатации месторождения
Г) нет верного варианта ответа
4. Разведочные кондиции разрабатываются:
А) по результатам экологической экспертизы
Б) по результатам различных стадий разведки и геолого-экономической оценки месторождений для оконтуривания и подсчета запасов полезных ископаемых и определения их промышленной ценности
В) по подсчетам запасов полезных ископаемых, с учётом их классификации
Г) по информации геолого-экологической разведки
5. Параметры кондиций — это:
А) внутренняя норма допустимых значений балансового запаса
Б) предельные значения натуральных показателей для подсчета запасов — должны иметь геологическое, горнотехническое, технологическое, экологическое и экономическое обоснования
В) оценка горнотехнических и экономических параметров
Г) нет верного варианта ответа
6. Технико-экономическое обоснование разведочных кондиций должно содержать в себе…
7. Запасы полезных ископаемых и заключенных в них компонентов, используемые для расчета технико-экономических показателей и параметров кондиций, в зависимости от группы сложности месторождения включают в себя запасы категорий:
А) А и В
Б) С1 и В, С2 – частично или полностью
В) А + В + С1 и запасы категории С2 — частично или полностью
Г) А + В + С1 – частично или полностью
8. В разведочных кондициях для подсчета балансовых запасов металлов и нерудного сырья обосновываются следующие подсчетные параметры:
А) компонентный состав балансовых ископаемых, для получения нужной документации;
Б) содержание специального компонента для обеспечения равенства извлекаемой продукции для ограничений выработки полезных ископаемых в пространстве;
В) минимальное промышленное содержание полезного компонента (или приведенное к содержанию условного компонента), при котором обеспечивается равенство извлекаемой ценности минерального сырья и полных затрат на получение товарной продукции;
Г) бортовое содержание полезного компонента (или условного компонента) в пробе, устанавливаемое при отсутствии четких геологических границ рудного тела для ограничения балансовых запасов в пространстве (при оконтуривании их по мощности и статистическом подсчете запасов)

Тема 4. Оценка экономической (коммерческой) эффективности проекта.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками самостоятельного освоения новыми знаниями.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 1 и 2 главу пособия: Стёпочкина Е.А. Экономическая оценка инвестиций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Стёпочкина. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2015. — 194 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29291.html

2. Вопросы для подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Какие основные категории инвестиционного анализа вы знаете?
2. Что такое инвестиционные операции?
3. Какие существуют этапы подготовки инвестиционной документации?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, впишите словами там где это требуется.

Тема 4. Оценка экономической (коммерческой) эффективности проекта.

1. Найти соответствия:

1.	основные технико-экономические показатели проекта	А.	в разделе приводится краткая характеристика района и площадки строительства, сведения о внешнем и внутреннем транспорте, основные планир. решения, мероприятия по благоустройству территории, решение о расположении инженерных сетей и коммуникаций, организации охраны предприятий
2.	ген.план и транспорт	Б.	производительность, номенклатура продукции, принципиальные характеристики применяемой технологии, основные ТЭП, сведения о согласовании проектных решений, о предполагаемых рынках сбыта и конкурентоспособности продукции
3.	основные данные проекта	В.	сведения о проведении согласования проектной документации и о соответствии проекта действующим стандартам и нормативам

2. Инвестиции это…

3. В качестве критериев деления инвестиционных правоотношений выделяют:

а) объект инвестирования;

б) цель инвестирования;

в) сроки инвестирования;

г) верные варианты ответа А и В.

4. Инвестиционная деятельность – это..

5. Экономические инвестиции это..

6. Какое из перечисленных отношений не входит в предмет регулирования инвестиционного права:

а) Гражданин Иванов приобрел 200 акций РАО «ЕЭС»;

б) ООО «Мир» и ООО «Марс» заключили договор поставки шоколадных батончиков;

в) ООО «Мир» и ООО «Марс» заключили договор поставки оборудования для производства кондитерских изделий;

г) Судебный пристав-исполнитель наложил арест на 20 акций ОАО «Газпром», принадлежащий ИП Сидорову

7. Для целей составления отчета о движении денежных средств денежные потоки организации подразделяются на:

а) текущие и инвестиционные;

б) текущие и финансовые;

в) текущие, инвестиционные и финансовые.

8. Под сальдо денежных потоков организации понимается:

а) разница между притоком денежных средств от текущей деятельности и оттоком денежных средств от финансовой деятельности;

б) разница между притоком и оттоком денежных средств по всем видам деятельности организации в целом;

в) разница между притоком денежных средств от текущей деятельности и оттоком по инвестиционной деятельности.

Тема 5. Оценка риска горных проектов.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками организации, планирования.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 3 главу пособия: Стёпочкина Е.А. Экономическая оценка инвестиций [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.А. Стёпочкина. — Электрон. текстовые данные. — Саратов: Вузовское образование, 2015. — 194 c. — 2227-8397. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/29291.html

2. Вопросы для подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Какие основные виды риска вы знаете?
2. Как используются методы экспертных оценок?
3. Как осуществляется вывод о возможности осуществления проекта и его рискованности?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, впишите словами там где это требуется.

Тема 5. Оценка риска горных проектов.

1. Оценка риска – это:
А) совокупность аналитических мероприятий, позволяющих спрогнозировать возможность получения дополнительного предпринимательского дохода или определенной величины ущерба от возникшей рисковой ситуации и несвоевременного принятия мер по предотвращению риска
Б) совокупность мероприятий, позволяющих спрогнозировать возможность получения информации для построения линии регрессии среднеквадратического отклонения
В) верно А и Б
Г) нет правильного варианта ответа

2. Степень риска – это:
А) процентная вероятность наступления кризисной ситуации
Б) вероятность наступления случая потерь, а также размер возможного ущерба от него
Г) Верно А и Б
Д) Нет правильного варианта ответа

3. Риск может быть:
А) катастрофическим
Б) допустимым
В) предельным
Г) критическим
Д) нет правильных вариантов ответа

4. Количественный анализ – это:
А) определения количества утерянного материала (продукции)
Б) анализ потерь материального баланса за определенный промежуток времени
В) определение конкретного размера денежного ущерба отдельных подвидов финансового риска и финансового риска в совокупности.
Г) нет правильного варианта ответа

5. В абсолютном выражении риск может определяться:
А) величиной потерь инвестиций или стоимостном (денежном) выражении
Б) величиной штрафов за негативное воздействие на окружающую среду
В) величиной возможных потерь в материально-вещественном (физическом) или стоимостном (денежном) выражении
Г) нет верного варианта ответа

6. В относительном выражении риск определяется как:
А) общие затраты ресурсов на данный вид предпринимательской деятельности
Б) величина возможных потерь, отнесенная к некоторой базе, в виде которой наиболее удобно принимать либо имущественное состояние предприятия
В) ожидаемый доход (прибыль)
Г) нет верного варианта ответа

Тема 6. Оценка воздействия на окружающую среду в проектных решениях.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками использования знаний при разработке проектных решений.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 4 главу пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Как проходит процедура ОВОС?
2. Как осуществляется учет существующего состояния природной среды и оценка устойчивости её основных компонентов?
3. В чем заключается связь раздела ОВОС с остальными разделами проекта горного предприятия?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, впишите словами там где это требуется.

Тема 6. Оценка воздействия на окружающую среду в проектных решениях.

1. Требования к разработчику ОВОС:

А) определение характеристик состояния окружающей среды в районе расположения объекта;

Б) анализ видов, основных источников и интенсивности существующего техногенного воздействия в рассматриваемом районе;

В) выявление характера, объема и интенсивности предполагаемого воздействия проектируемого объекта на компоненты окружающей среды в процессе строительства и эксплуатации;

Г) описание целей реализации намечаемой деятельности, возможных альтернатив

Д) нет правильного варианта ответа

2. Принципы ОВОС:

А) применение ОВОС в качестве инструмента формирования решений на самых ранних этапах проектирования и доступность на этих же этапах информации по проектным решениям для общественности;

Б) рассмотрение во взаимосвязи технологических, технических, социальных, природоохранных и экономических показателей проектных предложений;

В) альтернативность проектных решений, формирование новых вариантов;

Г) ответственность заказчика (инициатора) деятельности за последствия реализации проектных решений

Д) нет верного варианта ответа

3. Соотнести в соответствии с методологией Международной организации по оценке влияния, процессы ОВОС:

1.	Скрининг	А.	в результате которой выявляется наиболее предпочтительный, благоприятный для окружающей среды способ достижения заявленных в проекте целей
2.	Скоппинг	Б.	в рамках которого определяется, необходимо ли оценивать проект с точки зрения воздействия на окружающую среду и насколько детально
3.	Оценка альтернативных проектов	В.	определение и прогнозирование степени экологического, биологического и социального влияния проекта
4.	Оценка воздействия	Г.	выявление проблем и сфер влияния, которые представляются важными, а также установление источников информации для ОВОС

4. На этапе оценки воздействия анализируются количественные показатели воздействия, а именно:

А) интенсивность воздействия (поступление загрязняющих веществ в единицу времени)

Б) периодичность воздействия во времени (дискретное, непрерывное, разовое воздействие)

В) удельная мощность воздействия (поступление загрязняющих веществ на единицу площади)

Г) длительность воздействия (год, месяц и т. д.)

Д) пространственные границы воздействия (глубина, размеры и форма зоны воздействия)

Е) верно А,Б

Ж) верно А,Б,В,Г,Д

З) В,Г

5. Управление экологическим воздействием – это…

6. Оценка воздействия на окружающую среду представляет собой…

Тема 7. Проектирование мероприятий по охране окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками использования знаний при разработке проектных решений.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 2 и 3 главу пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Какие основные положения проектирования природоохранных предприятий?
2. Перечислите технические и экономические показатели природоохранных мероприятий.
3. Какие нормативные документы используются при проектировании?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, впишите словами там где это требуется.

Тема 7. Проектирование мероприятий по охране окружающей среды.

1. Деятельность по установлению правил и характеристик в целях их добровольного многократного использования, направленная на достижение упорядоченности в сферах производств и обращения продукции и повышения конкурентоспособности продукции, работ или услуг?
А) техническое регулирование;
Б) оценка соответствия;
В) стандартизация;
Г) сертификация

2. в ... указывают сроки выполнения каждой стадии, включаемой в содержание работы в целом, содержание и структуру будущего стандарта, перечень требований к объекту стандартизации, список заинтересованных потенциальных потребителей этого стандарта?
А) техническом регламенте;
Б) техническом условии;
В) техническом задании;
Г) техническом договоре

3. Документ, устанавливающий технические требования, которым должна удовлетворять продукция или услуга, а также процедуры, с помощью которых можно установить, соблюдены ли данные требования – это…
4. Система стандартов по безопасности труда (ССБТ) – это…
5. Система стандартов по безопасности труда (ССБТ) включает в себя следующие группы:
А) сертификаты
Б) организационно-методические стандарты
В) свод правил по технике безопасности
Г) стандарты требований безопасности к производственному оборудованию
6. Алгоритм проектирования – это..

Тема 8. Эколого-экономическая оценка проектных решений. Платежи за природопользование.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками использования знаний при разработке проектных решений.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 5 и 7 главу пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Как рассчитать платежи, связанные с природопользованием в минерально-сырьевом комплексе?
2. Как рассчитывается плата за сброс?
3. Что такое размещение отходов?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, впишите словами там где это требуется.

Тема 8. Эколого-экономическая оценка проектных решений. Платежи за природопользование.

1. Плата за загрязнение окружающей природной среды взимается за осуществление:
а) выброс в атмосферу загрязняющих веществ от стационарных источников
б) накопление бытового мусора
в) сброс загрязняющих веществ в водные объекты
г) пользования электроприборами и электричеством
д) хранение, захоронение отходов производства и потребления (размещение отходов)
2. Платежной базой для исчисления платы за негативное воздействие на окружающую среду является:
а) объем или масса выбросов загрязняющих веществ, сбросов загрязняющих веществ либо объем или масса размещенных в отчетном периоде отходов производства и потребления
б) количество загрязняющего вещества на единицу площади от всех источников загрязнения;
в) ставки платы за тонны в год за выбросы
3. Плата за загрязнение окружающей природной среды в размерах, не превышающих установленные природопользователю допустимые нормативы выбросов, сбросов загрязняющих веществ, определяется:
а) путём умножения ставок платы на количество месяцев в году, работающего предприятия с осреднением времени производства
б) за загрязнение в пределах лимитов на величину превышения фактической массы выбросов
в) путём умножения ставок платы на величину указанных видов загрязнения и суммирования полученных произведений по видам загрязнений
4. На величину платы влияет наличие у природопользователя:
а) справок от ведомственных органов, предоставляющих льготы
б) оформленных в установленном порядке разрешений на выброс, сброс
в) привилегий согласно конституции Российской Федерации
г) оформленных в установленном порядке разрешений на выброс, сброс загрязняющих веществ, размещение отходов
5. В соответствии с концепцией государственной экологической политики, изложенной в Законе РФ «Об охране окружающей природной среды» № 7ФЗ, плата за природные ресурсы (землю, недра, воду, лес и иную растительность, животный мир, рекреационные и другие природные ресурсы) должна взиматься за:
а) воспроизводство и охрану природных ресурсов
б) сверхлимитное и нерациональное использование природных ресурсов
в) право пользования и использования природных ресурсов в пределах установленных лимитов
г) за каждый вид загрязняющего вещества со специальным коэффициентом
6. При добыче некоторых полезных ископаемых применяется налоговая ставка 0%. В частности, для:
а) добычи гранита
б) попутного газа
в) горной промышленности
г) подземных вод из контрольных или резервных скважин, если эти воды извлекают для планового контроля

Тема 9. Экспертиза и согласования проекта.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками использования знаний при разработке проектных решений.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 1 и 2 главу пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Как проходит согласование проектных решений в надзорных и контролирующих органах?
2. Какие существуют основные требования к проекту, представляемому на согласование?
3. Как проходит процедура согласования?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных ответов может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, впишите словами там где это требуется.

Тема 9. Экспертиза и согласования проекта.

1. Проведением государственной экспертизы строительных проектов занимается:
а) Роском
б) Ротехнадзор
в) Мосгосэкспертиза
2. Для государственной экспертизы проекта нужно иметь при себе:
а) Анкету заказчика
б) Проектную документацию и материалы изысканий
в) Заявление по форме о проведении экспертизы
г) согласие на обработку данных
д) паспорт предприятия
3. Если проектная документация не пройдет экспертизу, заявителю будет выдан обоснованный отказ. Причинами для отказа являются:
а) данные, не соответствующие действительности
б) отсутствие удостоверяющих личность или полномочия представителя документов
в) передача на согласование проекта, не подлежащего государственной экспертизе
г) отсутствие разрешения на проведение экспертизы
д) подготовка проекта неправомочным лицом
4. Что включает расчетно-пояснительная записка к декларации промышленной безопасности?
5. В каких случаях и на каком этапе проводится экспертиза результатов инженерных изысканий, выполняемых для подготовки проектной документации?
6. Какие нормативные документы не могут приниматься по вопросам промышленной безопасности?
а) федеральные законы
в) нормативные правовые акты Российской Федерации
г) нормативные правовые акты субъектов Российской Федерации
7. Процедура ОВОС имеет несколько этапов, результат завершения которых оформляется следующими документами:
а) уведомление о намерениях (УН)
б) заявление о воздействии на окружающую среду (ЗВОС)
в) протокол обсуждения ЗВОС
г) заявление об экологических последствиях
д) все верно
е) нет правильного
Для проведения контроля самостоятельной работы студентов применяются: курсовой проект, тестирование; экзамен.

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ.

1. Понятие "проект предприятия". Задачи, решаемые в проекте. Стадии проектирования.
2. Нормативная документация, определяющая требования к процессу проектирования и составу проекта.
3. Состав и назначения декларации о намерениях, обоснования инвестиций, проекта оценки воздействия на окружающую среду.
4. Исходная информация, необходимая для проектирования. Зависимость объемов проектных работ от степени готовности проекта.
5. Методы укрупненных предпроектных расчетов. Суть их применения.
6. Краткая характеристика основных исходных материалов, необходимых для начала проектирования.
7. Зависимость готовности проекта, детальности расчетов и сроков проектирования.
8. Понятие инвестиций.
9. Дисконтирование, как метод оценки инвестиций. Понятие дисконтирования.
10. Понятие о денежных поступлениях (потоках денежных средств).
11. Схема притоков и оттоков денежных средств при реализации проекта.
12. Расчет потока денежных средств для проекта. Понятие "сальдо реальных денег на конец года". Анализ финансовой осуществимости проекта.
13. Цель финансово-экономической оценки проекта.
14. Понятие о дисконтировании. Расчет будущей и текущей стоимости денежных средств. Изменение стоимости денег во времени.
15. Основные показатели оценки привлекательности инвестиций.
16. Понятие чистого дисконтированного дохода. Расчет ЧДД.
17. Что такое индекс доходности? Как его определить и оценить?
18. Внутренняя норма доходности. Экономический смысл. Применения ВНД для оценки проектных решений.
19. Срок окупаемости инвестиций в проект. В чем различие простого и дисконтированного срока окупаемости.
20. Оценка риска проектных решений.
21. Состав проектной документации.
22. Состав раздела «Охрана окружающей среды» в проекте.
23. Какие требования предъявляются к проектной документации для прохождения экологической экспертизы.
24. Каким образом экологические требования отражаются на экономических показателях проекта.
25. Содержание раздела «Охрана окружающей среды» в проекте. Какие инженерные решения и на основании какой информации содержатся в этом разделе.
26. Состав раздела ОВОС в проекте. Необходимая исходная информация. Выводы по разделу.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор: Хохряков А. В., профессор, д.т.н.,
Студенок Г. А., доцент, к.т.н.
Цейтлин Е.М. доцент, к.г.-м.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

4 СЕМЕСТР

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить расчетно-графическую работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен зачет.

Занятия по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя расчетно-графическую работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, расчетно-графической работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины (работа с литературой и интернет-ресурсами);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка к дискуссии;
- выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите;
- тестирование.

Повторение материала лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля) позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Подготовка к дискуссии состоит в изучении конкретного вопроса для последующего обмена мнениями, идеями между двумя и более лицами.

Подготовка к выполнению расчетно-графической работы и подготовка к ее защите заключается в изучении определенной методики для решения ставящихся задач, материалов для их решения и подготовке ответов на вопросы преподавателя по работе.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом. Подготовка к тестированию включает в себя дополнительное повторение пройденного материала.

Конкретные виды заданий по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Тема 1. Принципы нормирования воздействия на окружающую среду

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Дайте определение: нормативы качества объектов окружающей среды.
2. Приведите примеры нормативов качества объектов окружающей среды
3. Дайте определение нормативы допустимого воздействия на объекты окружающей среды.
4. Приведите примеры нормативов допустимого воздействия на объекты окружающей среды
5. Перечислите правила, опишите порядок установления данных нормативов. Приведите примеры.

Тема 2. Классификация и области применения основных процессов, применяемых для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Перечислите виды процессов, применяемых для защиты окружающей среды
2. Перечислите механические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
3. Перечислите физико-химические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
4. Перечислите химические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
5. Перечислите биологические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
6. Перечислите термические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
7. Перечислите методы защиты от энергетических воздействий.

Тема 3. Физико-механические процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Закономерности процесса гравитационной очистки пылевоздушных выбросов и сточных вод от взвешенных веществ. Применение процесса.
2. Закономерности процессов инерционной и центробежной очистки пылевоздушных выбросов и сточных вод от взвешенных веществ. Применение процесса.
3. Закономерности процесса фильтрационной очистки пылевоздушных выбросов и сточных вод от взвешенных веществ. Применение процесса.
4. Закономерности процесса очистки пылевоздушных выбросов в поле электрических сил. Применение процесса.

Тема 4. Физико-химические (массообменные) процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Закономерности массообменных процессов (распределение вещества меду фазами, скорость процессов массопередачи).

2. Основные закономерности процесса абсорбции. Применение процесса абсорбции для очистки газовоздушных выбросов.

3. Основные закономерности процесса адсорбции. Применение процесса адсорбции для очистки газовоздушных выбросов и сточных вод от загрязняющих веществ.

Тема 5. Химические процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Основные закономерности протекания химических процессов. Стехиометрия, термодинамика и скорость протекания химических реакций.

2. Энергетическая схема хода реакции, энтропия и энергия активации.

3. Применение химических процессов для защиты окружающей среды (нейтрализация, окисление, восстановление).

Тема 6. Биологические процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Применение биологических процессов для защиты окружающей среды (аэробная очистка)

2. Применение биологических процессов для защиты окружающей среды (анаэробная очистка)

Тема 7. Термические процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Применение термических процессов (сушка, пиролиз, газификация) для защиты окружающей среды.

2. Применение термических процессов (окускование, сжигание твердых отходов) для защиты окружающей среды.

Тема 8. Защита окружающей среды от физического (энергетического) загрязнения

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Понятие об энергетическом воздействии.

2. Основные виды вредных физических (энергетических) воздействий.

3. Защита от шумового воздействия, от электромагнитного и ионизирующего излучения

Тема 9. Экологические риски.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Задания для тестирования:

1. Дайте определение: экологический риск - это...

2. Абсолютный экологический риск - это:

а) отношение числа заболевших в популяции к числу популяции

б) отношение числа заболевших в популяции к числу не заболевших

в) сумма числа заболевших и числа не заболевших

г) нет правильного ответа

3. Относительный экологический риск - это:

а) отношение числа заболевших в одной популяции к числу заболевших в другой популяции

б) разность числа заболевших и не заболевших

в) произведение числа заболевших и не заболевших

г) нет верного ответа

4. Мотивированный экологический риск:

а) допущение экологического риска с целью избежать более серьезных последствий

б) экологический риск, вызванный политическими причинами

в) экологический риск, вызванный необходимостью интенсивного развития

г) нет верного ответа

5. Немотивированный экологический риск:

а) допущение экологического риска с целью избежать более серьезных последствий

б) экологический риск, вызванный политическими причинами

в) экологический риск, вызванный необходимостью интенсивного развития

г) нет верного ответа

6. Граница между мотивированным и немотивированным экологическим риском:

а) зависит от государства;

б) от каждого конкретного человека

в) от внешнеполитической ситуации

г) нет верного ответа

7. Что такое эколого-экономический риск?

а) риск, учитывающий экологические последствия его реализации в стоимостном выражении

б) ценовая характеристика экологического риска

в) произведение стоимости ущерба на его вероятность

г) нет верного ответа

8. Дайте определение: социальный экологический риск - это...

9. В РФ в качестве основной используется концепция:

а) приемлемого экологического риска

б) порогового действия

в) беспорогового действия

г) нет верного варианта

10. Приемлемый экологический риск - это:

а) среднее из всех видов рисков

б) минимальная сумма техногенного и социального рисков

в) среднее из сумм техногенного и социального рисков

г) нет верного ответа

3. Подготовка к дискуссии:

Для подготовки к дискуссии необходимо выучить различные определения экологического риска, ориентироваться в них, повторить виды экологических рисков, знать принципы и методы их установления.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Выполнить расчетно-графическую (контрольную) работу, воспользовавшись соответствующими методическими указаниями.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки коллоквиума

Ответ всесторонне и глубоко освещает предложенный вопрос, устанавливает взаимосвязь теории с практикой, показывает умение студента работать с литературой, делать выводы (правильный и полный ответ), грамотная речь – 5 баллов.

Ответ отвечает основным предъявляемым требованиям; студент обстоятельно владеет материалом, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы (точный, но неполный ответ), встречаются слова «сорняки» – 4 балла.

Ответ неполно раскрывает поставленные вопросы. Студент владеет материалом, однако поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные недочеты (неточный и неполный ответ), недостаточна культура речи – 3 балла.

Ответы на вопросы неправильны и не отличаются аргументированностью. Студент не показывает необходимых минимальных знаний по вопросу, а также, если студент отказывается отвечать (неправильный ответ, отказ от ответа) – 0 – 2 балла.

Два и более существенных дополнения к ответу – 3 балла.

Одно существенное дополнение к ответу на вопрос – 1 балл

Критерии оценки дискуссии

Критерии оценки:

Суждения зрелые, обоснованные, высказаны с использованием профессиональной терминологии, логично – 4-5 баллов;

Суждения не совсем зрелые или необоснованные, при ответе использована профессиональная терминология, суждение логично – 2 – 3,5 баллов;

Суждения незрелые, необоснованные, бытовая речь, нелогичный ответ – 1– 1,5 балла;

Суждения нет, бытовая речь, нелогичный ответ – 0– 0,5 баллов.

Критерии оценки теста

Ответ правильный – 0,5 балла.

Ответ неправильный – 0 баллов

Правила оценивания:

9-10 правильных ответов - 5 баллов

7-8 правильных ответов - 4 балла

5-6 правильных ответов - 3 балла

0-4 правильных ответов - 0-2 баллов

8 СЕМЕСТР

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить контрольную работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя контрольную работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, контрольной работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем курса;
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим (семинарским) занятиям;
- написание реферата и подготовка к его защите;
- работа с порталом электронных образовательных ресурсов;
- работа с литературой и интернет-ресурсами;
- тестирование.

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки и для подготовки к устному опросу позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Работа с порталом электронных образовательных ресурсов предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов, размещенных на портале.

Работа с литературой и интернет-ресурсами дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Выполнение домашних заданий предусмотрено в следующей форме:

написание реферата – подготовка доклада на определенную тему, включающего обзор соответствующих литературных и других источников или краткое изложение книги, научной работы, статьи, исследования;

Конкретные виды заданий по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Тема 1. Понятие природосберегающих технологий.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 1 главу научного пособия: Фундаментальные основы природопользования: научное издание. Кн. 3. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош; Уральский государственный университет путей сообщения. - Екатеринбург: Полиграфист, 2007. - 503 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 452-497. - ISBN 5-88425-216-1

2. Вопросы для подготовки к практическим (семинарским) занятиям:

1. Что такое безотходные и малоотходные технологии?
2. Как применяются безотходные технологии в сырьевых отраслях и смежных с ними?
3. Какие основные положения природосберегающих технологических решений?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О, группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, если требуется написать словами.

Тема 1. Понятие природосберегающих технологий.

1. Безотходная технология – это…

2. Дополнить предложение: Невозобновимые ресурсы – это ресурсы, скорость расходования которых…

3. Распределить по соответствию:

1.	Возобновляемые ресурсы	А.	Уголь, водород
2.	Относительно возобновляемые	Б.	Солнечная энергия
3.	Невозобновляемые ресурсы	В.	Почвы, лесные ресурсы

4. Ресурсосберегающая технология – это…

5. Природосбережение – это..

6. Назовите основные задачи рационального использования минеральных ресурсов:

а) снижение уровня загрязнения окружающей среды

б) ресурсосбережение

в) как можно больше получить энергии для потребления

г) добыча и переработка всех полезных ископаемых

7. Природные вещества минерального происхождения, которые используются для получения энергии, сырья и материалов – это:

а) Материальные ресурсы

б) минеральные ресурсы

в) Временные ресурсы

г) Информационные ресурсы

Тема 2. Анализ материального баланса промышленного производства, как основа оценки воздействия на окружающую среду**.**

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 1 и 2 учебного пособия: Батугина, И.М. Горное дело и окружающая среда. Геодинамика недр : учебное пособие / И.М. Батугина, А.С. Батугин, И.М. Петухов. - Москва : Горная книга, 2012. - 121 с. - ISBN 978-5-7418-0463-6

2. Вопросы для подготовки к практическим (семинарским) занятиям:

1. Как рассчитывается материальный баланс?
2. Что такое закон сохранения массы?
3. Как проводится анализ материального баланса и технологические показатели результатов анализа?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О, группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, если требуется написать словами.

Тема 2. Анализ материального баланса промышленного производства, как основа оценки воздействия на окружающую среду**.**

1. Материальный баланс – это:

а) закон сохранения материи или массы

б) баланс, фиксирующий источники и масштабы поступления и расходования материальных ресурсов и соответствие их объемов

в) это система показателей, характеризующая в натуральном и редко в денежном выражении объем материальных ресурсов определенного вида и их распределение по направлениям использования и потребителям

г) соотношение между потенциальными возможностями и их использованием

2. Дополните предложение: Материальный баланс служит одним из основных инструментов при…

3. Материальный баланс может быть рассчитан в:

а) метрах кубических

б) килограммах, граммах, тоннах

в) весовых, мольных или объемных единицах

г) единицах на объем

4. На чём основывается энергетический баланс?

5. При составлении энергетического и, в частности, теплового баланса особое внимание должно быть обращено:

а) на возможный переход одного вида энергии в другой;

б) на изменение агрегатного состояния тела, которое сопровождается выделением или поглощением тепла (скрытая теплота испарения или конденсации, плавления, затвердевания, адсорбции и т. д.);

в) на тепловой эффект химической реакции (эндотермической или эк-зотермической)

г) нет правильного варианта ответа

6. Целью расчета материального баланса производства является…

7. Какую информацию нужно знать для составления материального баланса?

а) технологическую схему переработки природного ресурса или производства выпускаемого изделия

б) состав основного природного ресурса или исходных материалов для изготовления изделия

в) годовую производительность линии

г) режим работы производства

д) влажность применяемых сырьевых материалов

е) потребность в дополнительных ресурсах

ж) нет верного варианта ответа

8. Материальный баланс может быть представлен уравнением:

а) $\sum G = \sum G_1 + G_{\text{пот}}$

б) $\sum G = \sum G_1 \cdot G_{\text{пот}}$

в) $\sum G = G + G_{\text{пот}}$

г) $\sum G = \sum G_1 - G_{\text{пот}}$

Тема 3. Принципиальные подходы к ресурсо- и энергосбережению.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение навыками экологического обоснования выбранного подхода к ресурсо- и энергосбережению для конкретного случая.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 2.1 научного издания: Фундаментальные основы природопользования: научное издание. Кн. 3. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош; Уральский государственный университет путей сообщения. - Екатеринбург: Полиграфист, 2007. - 503 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 452-497. - ISBN 5-88425-216-1

2. Вопросы для подготовки к практическим (семинарским) занятиям:

1. Какие основные направления энергосбережения в промышленности вы знаете?
2. Какие бывают экологические аспекты энергосбережения?
3. Как применяется ресурсосбережение в горной промышленности?
4. Какие технологии рационального землепользования вы знаете?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О, группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, если требуется написать словами.

Тема 3. Принципиальные подходы к ресурсо- и энергосбережению.

1. Главные положения в природосберегающих технологиях:

а) нахождение новых способов сжигания

б) не нарушать

в) восстанавливать

г) улучшать

2. Энергосбережение на промышленных предприятиях включает в себя ряд организационных и технических мероприятий. Среди них существуют такие как:

А) Состав плана мероприятий по энергосбережению

Б) Анализ ситуации расхода и производства электроэнергии

В) Выявление потенциала энергосбрежения компании

Г) Выполнение мероприятий по энергосбережению

3. Условно, для удобства все мероприятия можно разделить на 2 основные группы:

А) Обязательные мероприятия, проведение которых необходимо в соответствии с требованиями нормативно-правовых актов.

Б) Мероприятия, которые проводить не обязательно, но они приносят экономическую выгоду

В) организационные

Г) нет верного варианта ответа

4. В каких случаях применяется метод научной абстракции в землеустроительном проектировании?

А) В случаях изучения закономерностей и форм организации территории в процессе внутрихозяйственного землеустройства при размещении производственных подразделений и хозяйственных центров
Б) При исследованиях по землеустроительному проектированию для выявления закономерности организации территории, определения и уточнения понятий, поиска эффективных приемов использования и охраны земель, размещения производства
В) В ходе подготовительных работ к составлению проектов землеустройства при изучении экономики землеустраиваемых предприятий, состояния и использования земель, при разработке нормативов проектирования и экономического обоснования проектов
Г) При поиске оптимальных решений из всех возможных вариантов проекта с учетом поставленных ограничений и выбранного критерия оптимальности
Д) В сложных случаях, когда разрабатывается несколько вариантов проектных решений, которые оцениваются по системе показателей и выбирают лучший вариант

5. Как называется независимая, комплексная, документированная оценка соблюдения юридическим лицом или индивидуальным предпринимателем требований, в том числе нормативов и нормативных документов, федеральных норм и правил в области охраны окружающей среды, требований международных стандартов и подготовка рекомендаций по улучшению такой деятельности?
А) Экологический аудит
Б) Экологический мониторинг
В) Оценка воздействия на окружающую среду
6. Что не входит в биологический этап рекультивации территорий закрытых полигонов твердых коммунальных отходов?

Тема 4. Геотехнические способы добычи полезных ископаемых**.**

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 2 главу и 3 научного издания: Фундаментальные основы природопользования: научное издание. Кн. 3. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош; Уральский государственный университет путей сообщения. - Екатеринбург: Полиграфист, 2007. - 503 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 452-497. - ISBN 5-88425-216-1

2. Вопросы для подготовки к практическим (семинарским) занятиям:

1. Что такое кучное выщелачивание?
2. Как производится подземное выщелачивание?
3. Какие существуют экологические ограничения на применение кучного выщелачивания?
4. Как проходит подземная выплавка серы?
5. Что такое подземная газификация угля?
6. Раскройте технологию подземной газификации угля, ее достоинства и недостатки.
7. Как производится скважинная гидродобыча полезных ископаемых?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О, группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, если требуется написать словами.

Тема 4. Геотехнические способы добычи полезных ископаемых**.**

1. Под геотехнологией понимают:
а) процесс получения полезных компонентов путем перевода их в жидкое состояние

б) техногенные образования, добыча и переработка которых по традиционным технологиям нерентабельна
в) добычу полезных ископаемых непосредственно на месте их залегания в недрах или складирования, путем перевода их в подвижное состояние под действием тех или иных процессов, и переработку добытых полезных ископаемых
г) нет верного варианта ответа

2. Особенности геотехнологии заключаются в следующем:
а) добыча полезных ископаемых, в основном, ведется с дневной поверхности;
б) инструментом добычи являются рабочие агенты;
в) чаще всего процесс добычи носит избирательный характер;
г) добыча и переработка полезных ископаемых осуществляется, как правило, в непосредственной близости друг от друга;
д) добыча полезных ископаемых характеризуется более высоким уровнем автоматизации и механизации
е) нет верного варианта ответа

3. Объектами геотехнологии, прежде всего, являются:
а) геотехнологическое оборудование, способствующее улучшению экологической обстановки региона
б) такие рудные и техногенные образования, добыча и переработка которых по традиционным технологиям нерентабельна
в) образования, скопившиеся на глубине более 10 метров
г) нет верного варианта ответа

4. Соотнести категорию процесса с наименованиями подвижного продукта добычи:

1.	Физические	А.	Продуктивные растворы, рассолы
2.	Химические	Б.	Энергетические, технологические газы
3.	Комбинированные	В.	Гидросуспензия(пульпа)
		Г.	Возгоны
		Д.	Расплавы

5. Кучное выщелачивание – это…

6. При геотехнологических методах добычи п.и. переводится в:
А) газообразное состояние
Б) подвижное состояние
В) жидкое состояние
Г) не верного варианта ответа

Тема 5. Техногенно-минеральные объекты: экологическая оценка и методы освоения**.**

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение методами выбора техногенно-минеральных объектов и их экологической оценки.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать статью НАУКИ О ЗЕМЛЕ СОРОСОВСКИЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЙ ЖУРНАЛ, ТОМ 6, №8, 2000 ТЕХНОГЕННЫЕ МЕСТОРОЖДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО СЫРЬЯ А. Б. МАКАРОВ Уральская государственная горно-геологическая академия, Екатеринбург— Режим доступа: http://www.pereplet.ru/nauka/Soros/pdf/0008_076.pdf

- прочитать 4 главу научного издания: Фундаментальные основы природопользования: научное издание. Кн. 3. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош; Уральский государственный университет путей сообщения. - Екатеринбург: Полиграфист, 2007. - 503 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 452-497. - ISBN 5-88425-216-1

2. Вопросы для подготовки к практическим (семинарским) занятиям:

1. Что такое техногенно-минеральные объекты?
2. что такое техногенные месторождения?
3. Как классифицируются техногенн-минеральные объекты?
4. Какие экологические последствия освоения ТМО вы знаете?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О, группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, если требуется написать словами.

Тема 5. Техногенно-минеральные объекты: экологическая оценка и методы освоения**.**

1. Особенностями техногенных месторождений являются:
А) количество искусственных минеральных форм, которые образуются в техногенных месторождениях, превышает 30 000
Б) расположение в промышленно развитых районах
В) месторождения находятся на поверхности, и материал в них преимущественно раздроблен;
Г) нет верного варианта ответа
2. Проведение комплексных исследований включает в себя несколько последовательных этапов, первым и наиболее важным из которых являются:
А) аналитические исследования
Б) оценочные работы
В) минералогические исследования
Г) нет верного варианта ответа
3. ТМО часто обладают необычным минеральным составом и могут служить:
А) крупным потенциальным источником разнообразных полезных компонентов, в частности редкоземельных и благородных металлов
Б) потенциальным источником минералов для обогащения
В) крупным источником загрязнения
Г) нет верного варианта ответа
4. К ТМО отвалов металлургических производств относятся:
А) Шламы
Б) Вскрыша
В) Шлаки
Г) нет верного варианта ответа
5. К ТМО отвалов горных предприятий относятся:
А) Шлаки цветной металлургии
Б) забалансовые руды
В) вскрыша
Г) нет верного варианта ответа

Тема 6. Складирование и переработка твердых бытовых отходов**.**

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, овладение методами выбора техногенно-минеральных объектов и их экологической оценки.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 14 главу научного издания: Фундаментальные основы природопользования: научное издание. Кн. 3. Переработка отходов природопользования / В. Е. Лотош; Уральский государственный университет путей сообщения. - Екатеринбург: Полиграфист, 2007. - 503 с. : ил., табл. - Библиогр.: с. 452-497. - ISBN 5-88425-216-1

2. Вопросы для подготовки к практическим (семинарским) занятиям:

1. Какие экологические аспекты складирования и утилизации ТБО вы знаете?
2. Как устроены полигоны ТБО?
3. Какие существуют основные направления утилизации ТБО?
4. Какие существуют требования экологической и санитарной безопасности при обращении с отходами?
5. Чем отличается утилизация от обезвреживания?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О, группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа, если требуется написать словами.

Тема 6. Складирование и переработка твердых бытовых отходов**.**

1. Пиролизное сжигание создаёт возможность добыть:

a. Можно получить тепловую энергию;
b. Одновременно жидкостное и газовое топливо;
c. Все ответы верны.

2. Этот метод на данный момент является наиболее современным способом утилизации. Его действие проходит в два этапа: 1.Отходы измельчаются и сдавливаются под прессом. Если есть необходимость, мусор просушивается, чтобы добиться гранулированной структуры. 2. Полученные вещества отправляются в реактор. Там поток передаёт им столько энергии, чтобы они приобрели газообразное состояние. Назовите этот способутилизации:

a. Компостирование;
b. Гранулирование;
c. Плазменная утилизация;
d. Термическая утилизация.

3.Перечислите методы переработки твердых отходов:

a. Измельчение;
b. Ликвидация;
c. Укрупнение;
d. Комбинирование
e. Дробление;
f. Таблетирование.

4. Основой безотходных производств является:

a. Использование вторичного сырья (или изделий из него)
b. Комплексная переработка сырья с использованием всех его компонентов
c. Неиспользованная часть сырья.

5. Использование вторичного сырья (или изделий из него) в качестве сырья для нового производства называют:

a. Регенерацией
b. Рециклингом
c. Овертайм

6. Перечислите невозобновляемые природные источники:

a. руды,
b. леса,
c. угль,
d. нефть,
e. водоемы
f. все ответы верны

7. К основным задачам малоотходной и безотходной технологий относятся:

a. комплексная переработка сырья и материалов с использованием всех их компонентов на базе создания новых безотходных процессов;

b. создание и выпуск новых видов продукции с использованием требований повторного использования отходов;
c. переработка отходов производства и потребления с получением товарной продукции или любое эффективное их использование без нарушения экологического равновесия;
d. использование незамкнутых систем промышленного водоснабжения;
e. создание отходных территориально-производственных комплексов и экономических регионов.
f. все ответы верны

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ.

1. Понятие природосберегающих технологий
2. Безотходные и малоотходные технологии.
3. Применение в сырьевых отраслях и смежных с ними (энергетика, металлургия)
4. Природосбережение и ресурсосбережение
5. Основные положения природосберегающих технологических решений
6. Основные группы природосберегающих технологий в горном деле
7. Анализ материального баланса промышленного производс¬тва, как основа оценки воздействия на окружающую среду
8. Количественная характеристика потребления веществ, производства и поступления веществ из производственных циклов в окружающую среду
9. Уравнения материального баланса
10. Закон сохранения массы
11. Входные и выходные потоки вещества
12. Накопление вещества в системе
13. Анализ материального баланса, технологические, экономические, экологические показатели результатов анализа
14. Принципиальные подходы к ресурсо- и энергосбережению
15. Основные направления энергосбережения в промышленности
16. Экологические аспекты энергосбережения
17. Ресурсосбережение в горной промышленности
18. Технологии рационального землепользования
19. Складирование отходов в недрах и в горных выработках
20. Переработка отходов как ресурсосбережение. Экологическая безопасность при переработке отходов.
21. Геотехнические способы добычи полезных ископаемых
22. Кучное выщелачивание (КВ). Технология и химизм процессов КВ. Экологические ограничения на применение КВ.
23. Подземное выщелачивание (ПВ). Геологические и гидрогеологические условия применения. Технология и химизм процессов ПВ. Экологические достоинства и недостатки методов ПВ.
24. Подземная выплавка серы (ПВС). Технология и основные параметры ПВС. Экология процесса.
25. Подземное сжигание серы (ПСС). Технологические особенности метода. Экологические ограничения на применение ПСС
26. Подземная газификация угля (ПГУ). Технология ПГУ. Экологические достоинства и недостатки.
27. Технологические методы разработки месторождений каустобиолитов. Подземная переработка сланцев. Термические методы добычи нефти. Экологические достоинства и недостатки.
28. Скважинная гидродобыча полезных ископаемых (СГД). Технология и оборудование. Экологические особенности СГД
29. Техногенно-минеральные объекты: экологическая оценка и методы освоения
30. Понятие техногенно-минеральных объектов и техногенных месторождений
31. Экологическая и геолого-экономическая оценка техногенно-минеральных объектов (ТМО)
32. Классификация ТМО. Основные направления освоения ТМО. Экологические последствия освоения ТМО.
33. Складирование и переработка твердых бытовых отходов.
34. Экологические аспекты складирования и утилизации твердых бытовых отходов (ТБО)
35. Устройство и эксплуатация полигонов ТБО. Основные направления утилизации ТБО.
36. Требования экологической и санитарной безопасности.
37. Природосберегающие технологии в промышленности
38. Экологичные технологии в промышленности
39. Промышленные технологии рециклинга твердых и газообразных отходов, очистка сточных вод и повторное использование жидких промышленных отходов
40. Экологическая безопасность промышленного транспорта.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (уровень творческой деятельности)

Написать реферат – подготовить доклад на определенную тему.

Реферат должен включать 3 раздела: 1 - проблемный - практический (анализ, обзор, творческое изложение статей ученых на выбранную тему в научных журналах за два года (текущий и предшествующий), 2 - собственное мнение на выделенную проблему; 3 - список научной литературы по выбранной теме.

Выбор темы осуществляется студентом самостоятельно.

1. Экологичные технологии в промышленности;
2. Промышленные технологии рециклинга твердых и газообразных отходов;
3. Очистка сточных вод и повторное использование жидких промышленных отходов;
4. Экологическая безопасность промышленного транспорта
5. Воздействие целлюлозно-бумажной промышленности на окружающую среду. Природосберегающие технологии;
6. Геотехнологический метод подземной газификации углей
7. Подземное выщелачивание металлов из руд
8. Бактериальное выщелачивание металлов из руд и концентратов
9. Геотехнологический методы добычи серы.
10. Принципиальная схема цепи аппаратов на участке кучного выщелачивания
11. Классификация геотехнологических методов

Объем реферата не более 25 листов. Оформление работы должно отвечать общим требованиям, установленным в университете.

Результат работы представляется на практическом (семинарском) занятии по соответствующей теме.

Требования к докладу на практическом (семинарском) занятии

Студенту предоставляется время для выступления на практическом (семинарском) занятии продолжительностью не более 15 минут: 10 минут - доклад, 5 минут - ответы на вопросы.

Студент представляет доклад в форме компьютерной презентации, выполненной в Microsoft PowerPoint.

Презентация должна иметь:

слайд, содержащий полное название доклада, ФИО автора;

слайд, содержащий четко сформулированную решаемую задачу;

несколько слайдов, описывающих решение задачи;

слайд, содержащий краткие выводы из работы.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки реферата – новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста - актуальность темы реферата; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, нормативными правовыми актами, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (привлечены ли наиболее известные работы по теме доклада статистические данные, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; соблюдение требований к объёму доклада.

Критерии оценки публичного выступления (защита реферата) - логичность построения выступления; грамотность речи; глубина выводов; умение отвечать на вопросы; оригинальность формы представления результата; поведение при защите работы (манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.).

Критерии оценки презентации - эстетическое оформление; использование эффектов анимации.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

ТЕОРЕТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЗАЩИТЫ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ И ПРИРОДОСБЕРЕГАЮЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор: Хохряков А. В., профессор, д.т.н.,
Студенок Г. А., доцент, к.т.н.
Цейтлин Е.М. доцент, к.г.-м.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

4 СЕМЕСТР

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить расчетно-графическую работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен зачет.

Занятия по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя расчетно-графическую работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, расчетно-графической работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материала лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины (работа с литературой и интернет-ресурсами);
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к коллоквиуму;
- подготовка к дискуссии;
- выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите;
- тестирование.

Повторение материала лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля) позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Подготовка к дискуссии состоит в изучении конкретного вопроса для последующего обмена мнениями, идеями между двумя и более лицами.

Подготовка к выполнению расчетно-графической работы и подготовка к ее защите заключается в изучении определенной методики для решения ставящихся задач, материалов для их решения и подготовке ответов на вопросы преподавателя по работе.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом. Подготовка к тестированию включает в себя дополнительное повторение пройденного материала.

Конкретные виды заданий по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Тема 1. Принципы нормирования воздействия на окружающую среду

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Дайте определение: нормативы качества объектов окружающей среды.
2. Приведите примеры нормативов качества объектов окружающей среды
3. Дайте определение нормативы допустимого воздействия на объекты окружающей среды.
4. Приведите примеры нормативов допустимого воздействия на объекты окружающей среды
5. Перечислите правила, опишите порядок установления данных нормативов. Приведите примеры.

Тема 2. Классификация и области применения основных процессов, применяемых для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Перечислите виды процессов, применяемых для защиты окружающей среды
2. Перечислите механические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
3. Перечислите физико-химические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
4. Перечислите химические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
5. Перечислите биологические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
6. Перечислите термические процессы, применяемые для защиты окружающей среды
7. Перечислите методы защиты от энергетических воздействий.

Тема 3. Физико-механические процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Закономерности процесса гравитационной очистки пылевоздушных выбросов и сточных вод от взвешенных веществ. Применение процесса.
2. Закономерности процессов инерционной и центробежной очистки пылевоздушных выбросов и сточных вод от взвешенных веществ. Применение процесса.
3. Закономерности процесса фильтрационной очистки пылевоздушных выбросов и сточных вод от взвешенных веществ. Применение процесса.
4. Закономерности процесса очистки пылевоздушных выбросов в поле электрических сил. Применение процесса.

Тема 4. Физико-химические (массообменные) процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Закономерности массообменных процессов (распределение вещества меду фазами, скорость процессов массопередачи).

2. Основные закономерности процесса абсорбции. Применение процесса абсорбции для очистки газовоздушных выбросов.

3. Основные закономерности процесса адсорбции. Применение процесса адсорбции для очистки газовоздушных выбросов и сточных вод от загрязняющих веществ.

Тема 5. Химические процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Основные закономерности протекания химических процессов. Стехиометрия, термодинамика и скорость протекания химических реакций.

2. Энергетическая схема хода реакции, энтропия и энергия активации.

3. Применение химических процессов для защиты окружающей среды (нейтрализация, окисление, восстановление).

Тема 6. Биологические процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Применение биологических процессов для защиты окружающей среды (аэробная очистка)

2. Применение биологических процессов для защиты окружающей среды (анаэробная очистка)

Тема 7. Термические процессы, применяемые для защиты окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Применение термических процессов (сушка, пиролиз, газификация) для защиты окружающей среды.

2. Применение термических процессов (окускование, сжигание твердых отходов) для защиты окружающей среды.

Тема 8. Защита окружающей среды от физического (энергетического) загрязнения

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Вопросы для самоконтроля, подготовки к практическим занятиям, коллоквиуму:

1. Понятие об энергетическом воздействии.

2. Основные виды вредных физических (энергетических) воздействий.

3. Защита от шумового воздействия, от электромагнитного и ионизирующего излучения

Тема 9. Экологические риски.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания:

1. Повторение материала лекций:

– повторить конспект лекций;

2. Задания для тестирования:

1. Дайте определение: экологический риск - это...

2. Абсолютный экологический риск - это:

а) отношение числа заболевших в популяции к числу популяции

б) отношение числа заболевших в популяции к числу не заболевших

в) сумма числа заболевших и числа не заболевших

г) нет правильного ответа

3. Относительный экологический риск - это:

а) отношение числа заболевших в одной популяции к числу заболевших в другой популяции

б) разность числа заболевших и не заболевших

в) произведение числа заболевших и не заболевших

г) нет верного ответа

4. Мотивированный экологический риск:

а) допущение экологического риска с целью избежать более серьезных последствий

б) экологический риск, вызванный политическими причинами

в) экологический риск, вызванный необходимостью интенсивного развития

г) нет верного ответа

5. Немотивированный экологический риск:

а) допущение экологического риска с целью избежать более серьезных последствий

б) экологический риск, вызванный политическими причинами

в) экологический риск, вызванный необходимостью интенсивного развития

г) нет верного ответа

6. Граница между мотивированным и немотивированным экологическим риском:

а) зависит от государства;

б) от каждого конкретного человека

в) от внешнеполитической ситуации

г) нет верного ответа

7. Что такое эколого-экономический риск?

а) риск, учитывающий экологические последствия его реализации в стоимостном выражении

б) ценовая характеристика экологического риска

в) произведение стоимости ущерба на его вероятность

г) нет верного ответа

8. Дайте определение: социальный экологический риск - это...

9. В РФ в качестве основной используется концепция:

а) приемлемого экологического риска

б) порогового действия

в) беспорогового действия

г) нет верного варианта

10. Приемлемый экологический риск - это:

а) среднее из всех видов рисков

б) минимальная сумма техногенного и социального рисков

в) среднее из сумм техногенного и социального рисков

г) нет верного ответа

3. Подготовка к дискуссии:

Для подготовки к дискуссии необходимо выучить различные определения экологического риска, ориентироваться в них, повторить виды экологических рисков, знать принципы и методы их установления.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ

Выполнить расчетно-графическую (контрольную) работу, воспользовавшись Соответствующими методическими указаниями.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки коллоквиума

Ответ всесторонне и глубоко освещает предложенный вопрос, устанавливает взаимосвязь теории с практикой, показывает умение студента работать с литературой, делать выводы (правильный и полный ответ), грамотная речь – 5 баллов.

Ответ отвечает основным предъявляемым требованиям; студент обстоятельно владеет материалом, однако не на все вопросы дает глубокие, исчерпывающие и аргументированные ответы (точный, но неполный ответ), встречаются слова «сорняки» – 4 балла.

Ответ неполно раскрывает поставленные вопросы. Студент владеет материалом, однако поверхностно отвечает на вопросы, допускает существенные недочеты (неточный и неполный ответ), недостаточна культура речи – 3 балла.

Ответы на вопросы неправильны и не отличаются аргументированностью. Студент не показывает необходимых минимальных знаний по вопросу, а также, если студент отказывается отвечать (неправильный ответ, отказ от ответа) – 0 – 2 балла.

Два и более существенных дополнения к ответу – 3 балла.

Одно существенное дополнение к ответу на вопрос – 1 балл

Критерии оценки дискуссии

Критерии оценки:

Суждения зрелые, обоснованные, высказаны с использованием профессиональной терминологии, логично – 4-5 баллов;

Суждения не совсем зрелые или необоснованные, при ответе использована профессиональная терминология, суждение логично – 2 – 3,5 баллов;

Суждения незрелые, необоснованные, бытовая речь, нелогичный ответ – 1– 1,5 балла;

Суждения нет, бытовая речь, нелогичный ответ – 0– 0,5 баллов.

Правила оценивания:

оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он набрал 4-5 баллов

оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он набрал 2-3,5баллов

оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 1-1,5 балла.

оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он набрал 0-0,5 баллов.

Критерии оценки теста

Ответ правильный – 0,5 балла.

Ответ неправильный – 0 баллов

Правила оценивания:

9-10 правильных ответов - 5 баллов

7-8 правильных ответов - 4 балла

5-6 правильных ответов - 3 балла

0-4 правильных ответов - 0-2 баллов

8 СЕМЕСТР

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы (реферата).

Самостоятельная работа студента очной формы обучения предусматривает изучение программного теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, выполнение индивидуальной контрольной работы и подготовку к экзамену. Данные методические указания помогут студентам правильно организовать работу по написанию контрольной работы (реферата) по дисциплине «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии».

Представление реферата на предложенную тему – обязательное условие для допуска соискателя к дифференцированному зачёту по общеобразовательной дисциплине «Основы информационных технологий». Конкретные темы рефератов подготавливают (утверждают) преподаватели, ведущие дисциплину «Теоретические основы защиты окружающей среды и природосберегающие технологии».

К реферату студента предъявляются следующие требования:

1. Реферат должен быть представлен в двух видах: печатный вариант на одной стороне листа белой бумаги формата А4 и электронный вариант.

2. Реферат с приложениями содержательно и технически (форматы, интервалы и т.п.) оформляется с использованием механизма стилей и шаблонов современных текстовых процессоров. Объем реферата 10-18 страниц формата А4. Текст должен быть набран в текстовом процессоре Word и сохранён в форматах документов doc, docx, rtf. Применяется гарнитура шрифта Times New Roman в обычном начертании, размер шрифта 12 пунктов, с использованием межстрочного интервала 18 пунктов (один межстрочный интервал) с выравниванием текста по ширине листа, красная строка - 1 см. Пример титульного листа указан в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

3. Все страницы работы, включая иллюстрации и приложения, нумеруются по порядку. Первой страницей считается титульный лист, на котором нумерация страниц не ставится. Нумерация страниц дается арабскими цифрами. Порядковый номер страницы печатается на середине верхнего поля страницы. Главы, разделы, подразделы, пункты, рисунки, таблицы, формулы, уравнения нумеруются арабскими цифрами без знака «No». Номер главы ставится после слова «Глава». Разделы «Оглавление», «Перечень сокращений и (или) условных обозначений», «Введение», «Общая характеристика работы», «Заключение», «Список литературы», «Приложения » не нумеруются. Иллюстрации и таблицы обозначаются соответственно словами «рисунок» и «таблица» и нумеруются последовательно в пределах каждой главы арабскими цифрами. На все таблицы и иллюстрации должны быть ссылки в тексте работы. Слова «Рисунок» и «Таблица» в подписях к рисунку, таблице и в ссылках на них не сокращаются. Номер иллюстрации или таблицы состоит из номера главы и порядкового номера иллюстрации или таблицы, разделенных точкой. Если в главах работы приведено лишь по одной иллюстрации или таблице, то они нумеруются последовательно в пределах реферата. Иллюстрации могут иметь наименование и пояснительные данные (подрисуночный текст), располагаемые по центру иллюстрации. Пояснительные данные помещают под иллюстрацией, а со следующей строки – слово «Рисунок», номер и наименование иллюстрации. В конце нумерации иллюстраций ставится точка, в конце их наименований точка не ставится. Не допускается перенос слов в наименовании рисунка. Слово «Рисунок», его номер и наименование иллюстрации, а также пояснительные данные к рисунку печатаются полужирным шрифтом, уменьшенным на 1–2 пункта относительно основного размера шрифта. Цифровой материал работы оформляют в виде таблиц. Каждая таблица должна иметь краткий заголовок, который состоит из слова "Таблица", ее порядкового номера и названия, отделенного от номера знаком тире. Заголовок следует помещать над таблицей слева, без абзацного отступа. При оформлении таблиц необходимо руководствоваться сле-

дующими правилами: • допускается применять в таблице шрифт на 1-2 пункта меньший, чем в основном тексте; • не следует включать в таблицу графу "Номер по порядку". Ссылки на литературу в тексте приводятся в квадратных скобках по мере упоминания.

4. После подготовки и сдачи реферата преподавателем оценивается структура и содержание реферата в соответствии с комплектом оценочных материалов, и выдаются вопросы по реферату.

4. Ответы на выданные вопросы должны быть четкими, конкретными..

5. В конце каждого ответа следует написать обобщающий вывод.

Рефераты, не соответствующие данным требованиям, а также написанные небрежным и непонятным почерком ответы на вопросы, на рецензирование не принимаются.

Уровень выполнения контрольной работы(реферата) оценивается как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Контрольная работа в случае оценки «неудовлетворительно» возвращается студенту для исправления и доработки. Студенты, успешно выполнившие контрольную работу, допускаются к экзамену.

Структура реферата.

1. Реферат должен быть структурирован (по главам, разделам, параграфам). В зависимости от специфики предмета и тематики реферата к нему могут быть оформлены приложения, содержащие документы, иллюстрации, таблицы, схемы и т.д.
2. Реферат имеет следующую структуру:
   - титульный лист;
   - оглавление с указанием глав, параграфов, страниц;
   - введение;
   - основная часть (разбитая на главы и параграфы);
   - заключение;
   - список реферируемой литературы;
   - приложения (если есть).
3. Общий объем реферата 10-15 страниц машинописного текста: введение – 1-2 страницы, основная часть – 10-12 страниц, заключение – 1-2 страницы.
4. Тема реферата должна соответствовать критериям:
   - грамотность с литературной точки зрения;
   - четкость рамок исследуемой проблемы (недопустима как излишняя широта, так и узкая ограниченность);
   - сочетание ёмкости и лаконичности формулировок;
   - адекватность уровню ученической учебно-исследовательской работы (недопустима как чрезмерная упрощенность, так и излишняя наукообразность, а также использование спорной с научной точки зрения терминологии).
5. Вводная часть должна включать в себя:
   - обоснование актуальности темы реферата с позиции научной значимости (малая изученность вопроса, его спорность, дискуссионность и прочее), либо современной востребованности;
   - постановку целей и формирование задач, которые требуется решить для выполнения цели;
   - краткий обзор и анализ источников базы, изучения литературы и прочих источников информации (при этом ограничение их только учебной и справочной литературой недопустимо).
6. Основная часть реферата структурируется по главам, параграфам, количество и название которых определяются автором и руководителем. Подбор её должен быть направлен на рассмотрение и раскрытие основных положений выбранной темы. Основная часть реферата, помимо почерпнутого из разных источников содержания, должна включать в себя собственное мнение учащегося и сформулированные выводы, опирающиеся на приведенные факты.

   Обязательным являются ссылки на авторов, чьи позиции, мнения, информация использованы в реферате. Цитирование и ссылки не должны подменять позиции автора реферата. Излишняя высокопарность, злоупотребления терминологией, объемные отступления от темы, несоразмерная растянутость отдельных глав, разделов, параграфов рассматриваются в качестве недостатков основной части реферата.
7. Заключительная часть реферата состоит из подведения итогов выполненной работы, краткого и четкого изложения выводов, анализа степени выполнения поставленных во введении задач, указывается, что нового лично для себя ученики вынесли из работы над рефератом.
8. Список литературы к реферату оформляется в алфавитной последовательности, в него вносится весь перечень изученных учащимися в процессе написания реферата монографий, статей, учебников, справочников, энциклопедий. В нем указываются: фамилии автора, инициалы, название работы, место и время её публикации.
9. После списка литературы могут быть помещены различные приложения (таблицы, графики, диаграммы, иллюстрации и пр.) Каждое приложение нумеруется и оформляется с нового листа.

Руководителем реферата является преподаватель, специализирующийся в области знания, соответствующего выбранной теме.

Деятельность руководителя включает в себя:
- предложения и (или) корректировку темы реферата;
- обсуждение содержания и плана реферата;
- рекомендации по подбору литературы;
- планирование и контроль за работой над рефератом;
- подготовка вопросов по реферату и оценивание ответов студентов.

Темы рефератов.

1. Экологичные технологии в промышленности.
1.1. Экологичные технологии в энергетике;
1.2. Экологичные технологии в металлургии
2. Промышленные технологии рециклинга твердых и газообразных отходов;
2.1. Промышленные технологии рециклинга твердых и газообразных отходов в горном производсвте
3. Очистка сточных вод и повторное использование жидких промышленных отходов;
4. Экологическая безопасность промышленного транспорта
5. Воздействие целлюлозно-бумажной промышленности на окружающую среду. Природосберегающие технологии;
6. Геотехнологический метод подземной газификации углей
7. Подземное выщелачивание металлов из руд
8. Бактериальное выщелачивание металлов из руд и концентратов
9. Геотехнологический методы добычи серы.
10. Принципиальная схема цепи аппаратов на участке кучного выщелачивания
11. Классификация геотехнологических методов

Студент вправе выбрать свою тему, связанную с темами рефератов. Например выбрать предприятие, на котором будет анализировать природосберегающие технологии, при условии наличия материалов о предприятии в открытом доступе.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Экологичные технологии АО «СИЗ»
ТЕМА реферата

Заведующий кафедрой Г.А.Студенок

Студент ……

Екатеринбург, год

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ

И.о.проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ВЫПОЛНЕНИЮ КОНТРОЛЬНОЙ РАБОТЫ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА, ОВОС И СЕРТИФИКАЦИЯ

Направление подготовки

20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)

Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Цейтлин Е.М. доцент, к.г.-м.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

Оглавление

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы. 3
Варианты заданий.....4
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 7

Методические рекомендации по выполнению контрольной работы.

Самостоятельная работа студента очной формы обучения предусматривает изучение программного теоретического материала по учебникам и учебным пособиям, выполнение индивидуальной контрольной работы и подготовку к экзамену. Данные методические указания помогут студентам правильно организовать работу по написанию контрольной работы по дисциплине «Экологическая экспертиза, ОВОС и сертификация».

Задания для индивидуальной контрольной работы.

Каждый студент выполняет свой вариант контрольной работы, состоящий из теоретических вопросов в виде коллоквиума.

К контрольной работе студента предъявляются следующие требования:

1. Номер варианта контрольной работы должен обязательно быть указан на титульном листе.

2. Работа выполняется в тетради (объемом 12 листов) или печатается на листах формата А4. Примерный объем контрольной работы – 10-12 страниц машинописного текста (шрифт Times New Roman, кегль 14, межстрочный интервал – 1,5)Пример титульного листа указан в ПРИЛОЖЕНИИ 1.

3. Перед ответом на вопросы задания необходимо записать полное условие этого задания и вариант.

4. Ответы должны быть четкими, конкретными и полностью соответствовать условиям заданий.

5. В конце каждого ответа следует написать обобщающий вывод.

Контрольные работы, не соответствующие данным требованиям, а также написанные небрежным и непонятным почерком, на рецензирование не принимаются.

Уровень выполнения контрольной работы оценивается как «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Контрольная работа в случае оценки «неудовлетворительно» возвращается студенту для исправления и доработки. Студенты, успешно выполнившие контрольную работу, допускаются к экзамену.

Варианты заданий.

1. Вариант.<u>ФЗ «Об отходах производства и потребления».</u>

1. Что такое отходы производства и потребления?
2. Что такое опасные отходы?
3. Какие существуют виды деятельности по обращению с отходами?
4. Что такое лимит размещения отходов, норматив образования отходов
5. Что такое паспорт опасного отхода?
6. Что такое вид отходов? Что такое лом и отходы металлов?
7. Отходы, как объект пара собственности.
8. Классы опасности отходов. Требования к проектированию, строительству, реконструкции, ликвидации зданий и сооружений.
9. Требования к эксплуатации предприятий, зданий, сооружений.
10. Требования к объектам размещения отходов.
11. Требования к обращению с отходами на территории муниципальных образований.
12. Требования к обращению с ломом металлов.
13. Требования к обращению с опасными отходами.
14. Требования к профессиональной подготовке лиц, допущенных к обращению с отходами I-IV классов опасности.
15. Требования к транспортированию отходов I-IV классов опасности.
16. Нормирование в области обращения с отходами.
17. Учет и отчетность в области обращения с отходами.
18. Госконтроль за деятельностью по обращению с отходами.

2. Вариант.<u>СанПиН «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения».</u>

1. Основная цель создания ЗСО (п.1.4). Как организуются ЗСО (в составе 3-х поясов)
2. Состав проекта ЗСО (это большой вопрос)
3. Кем должны выполняться санитарные мероприятия в пределах границ ЗСО
4. Факторы, определяющие ЗСО
5. Определение границ 1-го пояса ЗСО для подземных источников
6. Границы 2-го и 3-го поясов ЗСО для подземных источников
7. Границы 1-го пояса для поверхностных источников
8. Границы 2-го и 3-го поясов поверхностных источников
9. Основные мероприятия на территории ЗСО подземных источников водоснабжения – по поясам
10. Основные мероприятия на территории ЗСО поверхностных источников – по поясам
11. Программа изучения источников питьевого водоснабжения. Подземные источники
12. Поверхностные источники

3. Вариант. <u>СанПиН «Санитарно-защитные зоны».</u>

1. На какие объекты и виды деятельности распространяется действие этого СанПиНа?
2. Что такое СЗЗ, ее функциональное назначение?
3. По каким критериям определяется размер СЗЗ?
4. Как устанавливается СЗЗ ждля групп промышленных объектов, промузлов и т.д?
5. Что такое санитарные разрывы. В каких случаях и как они устанавливаются?
6. Как устанавливаются (откуда отмеряются) границы СЗЗ?
7. На каких территориях СанПиН не допускает размещения новых производств и вводит ограничения на реконструкцию действующих?
8. Как определяется размер нормативной СЗЗ по СанПиН? В проектах?
9. В каких случаях может быть уменьшен размер СЗЗ для действующих предприятий?
10. Режим территории СЗЗ
11. Учет физфакторов при установлении СЗЗ

4. Вариант. **<u>СанПиН «Гигиенические требования к обеспечению качества атмосферbного воздуха населенных мест»</u>**

19. Что такое ПДК? На основании чего регулируется качество атмосферного воздуха.
20. В каких случаях должна соблюдаться концентрация менее 0,8 ПДК при регулировании качества атмосферного воздуха?
21. В каких случаях запрещается проектирование и строительство объектов, являющихся источником загрязнения атмосферы? С учетом каких характеристик выбирается площадка для строительства объекта
22. Что должны содержать материалы по обеспечению качества атмосферного воздуха, представляемые в контролирующие органы?
23. Что должна включать в себя проектно-сметная документация в части защиты атмосферы от выбросов ? Требования к обеспечению качества воздуха при разработке проекта.
24. Обязанности юридических лиц, имеющих источники выбросов в атмосферу
25. Гигиенические требования при установлении нормативов допустимых выбросов для действующих объектов
26. Гигиенические требования на стадии строительства и эксплуатации объекта
27. Гигиенические требования к выбору площадки строительства

Вариант 5. СП 2.1.7.1038-01.Гигиенические требования к устройству и содержанию полигонов ТБО

1. Что такое полигоны ТБО?
2. Обязанности организации, эксплуатирующей полигон ТБО
3. Какие отходы принимаются на полигоны ТБО?
4. Какие отходы не принимаются на полигоны ТБО
5. Требования к выбору участка под полигон ТБО
6. Из каких частей состоит полигон, основные требования к его устройству
7. Условия применения и основные параметры траншейной схемы складирования ТБО
8. Гигиенические требования к устройству хозяйственной зоны ТБО
9. Гигиенические требования к эксплуатации полигонов ТБО и их консервации
10. Производственный контроль за эксплуатацией полигона ТБО
11. Гигиенические требования к отходам, используемым при рекультивации карьеров
12. Гигиенические требования к условиям приема промышленных отходов на полигоны ТБО

ПРИЛОЖЕНИЕ 1

Министерство науки и образования Российской Федерации
ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Контрольная работа
Вариант №…

Заведующий кафедрой А.В. Хохряков

Студент ……

Екатеринбург, 2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный экономический университет»

УТВЕРЖДАЮ
Исполняющий обязанности проректора по учебно-методическому комплексу _____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЭКСПЕРТИЗА, ОВОС И СЕРТИФИКАЦИЯ

Направление подготовки
20.03.01 «ТЕХНОСФЕРНАЯ БЕЗОПАСНОСТЬ»

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор(ы) Цейтлин Е.М., доцент, к.г.-м.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Экологическая экспертиза, ОВОС и сертификация» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить контрольную работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Экологическая экспертиза, ОВОС и сертификация» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Экологическая экспертиза, ОВОС и сертификация» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя контрольную работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, контрольной работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

Кроме того, студентам предлагается выполнить тест для самопроверки и самоконтроля, ответ на который после изучения отдельных тем курса и курса в целом позволят студенту проверить полученные знания.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ОТДЕЛЬНЫМ ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- самостоятельное изучение тем курса;
- подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям;
- работа с порталом электронных образовательных ресурсов;
- работа с литературой и интернет-ресурсами;
- тестирование
- подготовка к экзамену

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Работа с порталом электронных образовательных ресурсов предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов, размещенных на портале.

Работа с литературой и интернет-ресурсами дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Конкретные виды заданий по дисциплине «Экологическая экспертиза, ОВОС и сертификация» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО)

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет **100** часов.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					100
1	Повторение материала лекций	1 тема	0,1-4,0	2 х 20= 40	40
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 час	0,5-4,0	2,0 х 10 =20	20
3	Подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям	1 занятие	0,3-2,0	2 х 10= 20	20
4	Подготовка к тестированию	1 тема	1,0-2,0	1,0 х 10 = 10	10
5	Подготовка к экзамену	1 тема	1,0-25,0	1,0 х 10 = 10	10
	Итого:				**100**

Тема 1. Назначение экологической экспертизы.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, владение профессиональной терминологией в области назначения экологической экспертизы.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 3 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебное пособие. Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата, 130400 – «Горное дело», а также для проходящего повышение квалификации инженерно-технического персонала предприятий. (учебное издание), под ред. Хохрякова А.В., Студенка А.Г.// А.В. Хохряков А.Г. Студенок И.В. Медведева и др./ Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 296 с.

- прочитать 1 главу учебного пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для самоконтроля и подготовки к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Как появилась экологическая экспертиза?
2. Перечислите этапы становления экологической экспертизы в Росссии.
3. Какова цель проведения экологической экспертизы?
4. Какие основные принципы экологической экспертизы?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, где требуется напишите словами.

Тема 1. Назначение экологической экспертизы**.**

1. Экологическая экспертиза – это…

2. На практике экологическая экспертиза проводится:

А) только применительно к проектной документации

Б) применительно ко всем сферам деятельности действующих предприятий

В) к проектной документации и ко всем сферам деятельности действующих предприятий

Г) нет верного варианта ответа

3. Установите соответствие между объектами государственной экологической экспертизы:

1.	**федерального** уровня	А.	материалы комплексного экологического обследования участков территорий, обосновывающие придание этим территориям правового статуса особо охраняемых природных территорий регионального значения
2.	**регионального** уровня	Б.	проекты нормативно-технических и инструктивно-методических документов в области охраны окружающей среды, утверждаемых органами государственной власти Российской Федерации
		В.	проект ликвидации горных выработок с использованием отходов производства черных металлов IV и V классов опасности
		Г.	проекты технической документации на новые технику, технологию, использование которых может оказать воздействие на окружающую среду, а также технической документации на новые вещества, которые могут поступать в природную среду

4. Общественная экологическая экспертиза осуществляется:

А) при условии государственной регистрации заявления общественных организаций (объединений) о ее проведении

Б) при наличии заявлений о проведении общественной экологической экспертизы одного объекта экологической экспертизы от двух и более общественных организаций (объединений) допускается создание единой экспертной комиссии

В) по инициативе граждан и общественных организаций

Г) нет верного варианта ответа

5. Официальным началом деятельности по оценке воздействия на окружающую среду в нашей стране принято считать…

6. Экспертом государственной экологической экспертизы является…

Тема 2. Правовые нормы проведения экологической экспертизы.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, владение навыками контроля состояния качества окружающей среды в районе расположения организации в соответствии с требованиями нормативных правовых актов в области охраны окружающей среды.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 2 главу учебного пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для самоконтроля и подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1.Какие существуют объекты государственной экологической экспертизы?

2. В чём заключается практика экологической экспертизы?

3. Какая существует система административных методов управления природопользованием и охраной окружающей среды?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, где требуется напишите словами.

Тема 2. Правовые нормы проведения экологической экспертизы.

1. Эксперт государственной экологической экспертизы обязан:

А) выплачивать административный штраф при несоответствии нормативно-правовой документации

Б) соблюдать требования законодательства Российской Федерации об экологической экспертизе и законодательства субъектов Российской Федерации об экологической экспертизе

В) соблюдать установленные федеральным органом исполнительной власти в области экологической экспертизы порядок и сроки осуществления государственной экологической экспертизы

Г) обеспечивать сохранность материалов и конфиденциальность сведений, представленных на государственную экологическую экспертизу

Д) нет верного варианта ответа

2. Экологически опасный объект – это…

3. Соотнести ограничения и условия по сохранению окружающей среды:

1.	Ограничения по природопользованию	А.	требования к качеству сбрасываемой воды
2.	Требования по сохранению окружающей среды	Б.	лимиты на забор воды из подземных и поверхностных источников
		В.	НДС, ПДВ, ПДК
		Г.	установленные границы земельного отвода

4. Основным законом, регламентирующим отношения в сфере охраны окружающей среды, является…

5. К полномочиям органов государственной власти РФ в сфере отношений, связанных с охраной ОС не относятся:

А) подготовка и распространение ежегодного государственного доклада о состоянии и охране ОС

Б) объявление о чрезвычайных ситуациях в зонах экологического бедствия

В) обеспечение проведения федеральной политики в области экологической безопасности

Г) установление порядка обращения с радиоактивными и другими отходами

6. В настоящее время платными являются:

А) выбросы в атмосферу, сбросы в воду

Б) выбросы в атмосферу, размещение отходов

В) сбросы в воду, размещение отходов

Г) выбросы в атмосферу, сбросы в воду и размещение отходов

7. Нормирование в области охраны ОС заключается в:

А) установлении штрафных санкций на предприятия

Б) оплате за количество затраченных инвестиций на экологические мероприятия

В) установлении нормативов допустимого воздействия на ОС при осуществлении хозяйственной деятельности

Г) нет верного варианта ответа

8. Одним из главных предметов экологической экспертизы проектной документации является:

А) ОПРОС

Б) СП

В) СНиП

Г) ОВОС

Тема 3. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), этапы и порядок проведения.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, владение навыками выполнения профессиональных функций при проведении экологической экспертизы.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 4 главу учебного пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для самоконтроля и подготовки к подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Что такое намечаемая хозяйственная деятельность?
2. Что является результатами оценки воздействия на окружающую среду?
3. Что заказчик составляет на основании результатов предварительной оценки ОВОС?
4. Что в себе содержит техническое задание?
5. От чего зависит степень полносты проведения ОВОС?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, где требуется напишите словами.

Тема 3. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС), этапы и порядок проведения.

1. Намечаемая хозяйственная и иная деятельность это…

2. Результатами оценки воздействия на окружающую среду являются:

А) решения заказчика по определению альтернативных вариантов реализации намечаемой деятельности (в том числе о месте размещения объекта, о выборе технологий и иных) или отказа от нее, с учетом результатов проведенной оценки воздействия на окружающую среду

Б) информация о характере и масштабах воздействия на окружающую среду намечаемой деятельности, альтернативах ее реализации, оценке экологических и связанных с ними социально-экономических и иных последствий этого воздействия и их значимости, о возможности минимизации воздействий

В) выявление и учет общественных предпочтений при принятии заказчиком решений, касающихся намечаемой деятельности

Г) нет правильного варианта ответа

3. Результаты оценки воздействия на окружающую среду документируются в….

4. При проведении оценки воздействия на окружающую среду необходимо исходить из:

А) нормативной документации

Б) технического регламента предприятия по выбросам и сбросам

В) потенциальной экологической опасности любой деятельности (принцип презумпции потенциальной экологической опасности любой намечаемой хозяйственной или иной деятельности)

Г) нет правильного варианта ответа

5. Результаты оценки воздействия на окружающую среду служат:

А) для определения платы за негативное воздействие на окружающую среду

Б) основой для проведения мониторинга, после проектного анализа и экологического контроля за реализацией намечаемой хозяйственной и иной деятельности

В) основой для постановки предприятия на государственный учёт

Г) нет правильного варианта ответа

6. На основании результатов предварительной оценки воздействия заказчик составляет:

А) техническое задание

Б) технический отчёт

В) проект ПДВ

Г) проект ОБУВ

Тема 4. Взаимосвязь процесса проектирования предприятий и оценки воздействия на окружающую среду.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, владение навыками учета специфики негативного воздействия предприятий разных отраслей промышленности на окружающую среду при проведении экологической экспертизы природоохранной документации.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать 3 главу учебного пособия: Василенко Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза инженерных проектов [Электронный ресурс] : учебное пособие / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — Электрон. текстовые данные. — М. : Инфра-Инженерия, 2017. — 264 c. — 978-5-9729-0173-9. — Режим доступа: http://www.iprbookshop.ru/69001.html

2. Вопросы для самоконтроля и подготовки к подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Какая взаимосвязь между процессом проектирования предприятий и оценки воздействия на окружающую среду?
2. Вспомните определение ОВОС.
3. Какое место занимает ОВОС в процессе разработки проектной документации?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, где требуется напишите словами.

Тема 4. Взаимосвязь процесса проектирования предприятий и оценки воздействия на окружающую среду.

1. ОВОС (оценка воздействия на окружающую среду) – это…

2. Задачи ОВОС:

А) учет в проектных решениях хозяйственной деятельности вероятных последствий ее реализации.

Б) определение параметров компонентов окружающей среды, которые будут подвергаться воздействию со стороны хозяйствующего субъекта

В) предварительная оценка факторов и видов воздействия на окружающую среду в процессе реализации намечаемой деятельности

Г) группировка экологических последствий и вызванных ими социальных, экономических и прочих изменений

3. ОВОС основывается на принципах:

А) рискованного планирования

Б) рационального подхода

В) системного анализа

Г) нет правильного варианта ответа

4. По результатам оценки воздействия разрабатывается:

А) система экологического мониторинга

Б) система экологического менеджмента

В) проектная документация для расчёта негативных последствий для ОС

Г) нет правильного варианта ответа

5. В процессе ОВОС анализируются:

А) только сами объекты производства

Б) территории на которые распространяются негативные воздействия

В) объекты производства и территории, на которые распространяется негативное воздействие на природную среду

Г) нет правильного варианта ответа

6. Оформление результатов проведения ОВОС находится на…

7. В основе составления ОВОС лежит, прежде всего…

8. Метод совмещенного анализа карт называется…

9. Целью второго этапа проведения ОВОС является…

Тема 5. Экологический аудит в системе природопользования и охраны окружающей среды.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, владение навыками проведения проверок соответствия деятельности промышленных предприятий нормативным в части охраны окружающей среды.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 1 и 2 учебного пособия: Шамраев, А.В. Экологический мониторинг и экспертиза: учебное пособие / А.В. Шамраев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 141 с.: табл., ил. - Библиогр.: с. 134.

2. Вопросы для самоконтроля и подготовки к подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1.Что такое экологический аудит?

2. С какой целью проводится экологический аудит?

3. Какое место занимает экологический аудит в системе природопользования и охраны окружающей среды?

4. Какая нормативная база у экологического аудита?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, где требуется напишите словами.

Тема 5. Экологический аудит в системе природопользования и охраны окружающей среды.

1. С помощью экологического аудита решаются важные задачи развития и стабильности предприятий, в том числе:
А) получение объективной информации из независимого источника о соответствии требованиям действующего законодательства деятельности предприятия
Б) снижение финансовых рисков, связанных с правами собственности на природные объекты и результаты хозяйственной деятельности
В) минимизирование сложности получения кредита на развитие предприятия
Г) снижение риска возникновения чрезвычайных ситуаций
Д) нет верного варианта ответа
2. Главные цели экологического аудита производственных объектов…
3. Экологический аудит – это…
4. Экологическая аудиторская деятельность проводится:
А) аудиторами
Б) под надзором государственных органов
В) поэтапно
Г) нет правильного варианта ответа
5. Экологический аудит осуществляется в целях:
А) для международных стандартов в области охраны окружающей среды и природопользования
Б) в целях проведения независимой оценки соответствия документов, а также проектов документов требованиям национальных и международных стандартов в области охраны окружающей среды и природопользования
В) в целях проведения оценки соответствия документов
Г) нет правильного варианта ответа
6. Для осуществления данных целей экологический аудит выполняет ряд функций, таких, как:
А) оценка уже причиненного экологического ущерба
Б) экологическое консультирование
В) оценка соответствия деятельности организации требованиям законодательства об охране окружающей среды и природопользовании
Г) нет верного варианта ответа

Тема 6. Формирование критериев экологического аудита.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, владение навыками учета комбинированного действия вредных факторов при экологической экспертизе, ОВОС и сертификации навыками анализа механизма воздействия опасностей на человека и окружающую среду.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 3 и 4 учебного пособия: Шамраев, А.В. Экологический мониторинг и экспертиза: учебное пособие / А.В. Шамраев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 141 с.: табл., ил. - Библиогр.: с. 134.

2. Вопросы для самоконтроля и подготовки к подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Как формируются критерии в экологическом аудите?
2. Как проходит информационное обеспечение экологического аудита?
3. Перечислите методы проведения экологического аудита.
4. Перечислите этапы проведения экологического аудита.
5. Что такое система экологической сертификации?
6. Перечислите международные стандарты.
7. Какие органы уполномоченные по сертификации и документации?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, где требуется напишите словами.

Тема 6. Формирование критериев экологического аудита.

1. Концепция экологического аудита была разработана:

а) в начале 70-х гг. XX века в Великобритании;

б) в конце 70-х гг. XX века в США;

в) в конце 90-х гг. XX века в Нидерландах;

г) в начале 80-х гг. XX века в Швеции.

2. Экологический аудит представляет собой…

3. Аудит соблюдения стандартов:

а) осуществляется посредством сопоставления показателей качества окружающей среды национальных и международных стандартов;

б) производится при подготовке договоров страхования, разработке планов превентивных мер по снижению экологических рисков;

в) для соответствия объектов сертификации установленным экологическим требованиям, стандартам, нормативам;

г) в результате такого аудита определяется риск ответственности за ущерб окружающей среды

4. Экологический аудит включает в себя проверку следующих видов деятельности…

5. Под экологическим страхованием понимается…

6. Заявление предприятия о своих намерениях и принципах, связанных с ее общей экологической эффективностью, которое служит основанием для действия и для установления целевых и плановых показателей – это:

а) экологическая программа предприятия;

б) система экологического менеджмента;

в) экологическая справедливость;

г) экологическая политика

7. Модель системы управления окружающей средой, согласно ГОСТу Р ИСО 14001 98 включает в себя следующие компоненты:

а) планирование, внедрение и функционирование, проведение проверок и корректирующее действие, анализ со стороны руководства, постоянное улучшение;

б) экологическая политика, планирование, внедрение и функционирование, проведение проверок и корректирующее действие, анализ со стороны руководства, постоянное улучшение;

в) экологическая политика, внедрение и функционирование, проведение проверок и корректирующее действие, анализ со стороны руководства, постоянное улучшение;

г) экологическая политика, планирование, внедрение и функционирование, проведение проверок и корректирующее действие, постоянное улучшение

8. Под экоэффективностью понимается:

а) организация разносторонней экологической деятельности, которая позволяет не только сократить соответствующие затраты и издержки, но и получить дополнительную прибыль;

б) добровольное расширение экологических обязательств предприятия в отношении всех заинтересованных в экологических аспектах его деятельности лиц и сторон;

в) совмещение экологических целей и задач с целями и задачами развития предприятия в целом; осознанное принятие и активная поддержка экологической политики и обязательств руководством предприятия;

г) предупреждение отрицательного воздействия на окружающую среду в источниках его образования; рациональное использование ресурсов

Тема 7. Системный подход при проведении экологического аудита и оценки воздействия на окружающую среду.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой, владение навыками проведения экологической экспертизы проектной документации в части охраны окружающей среды.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

– прочитать раздел 5 учебного пособия: Шамраев, А.В. Экологический мониторинг и экспертиза: учебное пособие / А.В. Шамраев ; Министерство образования и науки Российской Федерации, Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Оренбургский государственный университет». - Оренбург: ОГУ, 2014. - 141 с.: табл., ил. - Библиогр.: с. 134.

- прочитать раздел 7 учебного пособия: Обеспечение экологической безопасности в промышленности: учебное пособие. Для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки 20.03.01 – «Техносферная безопасность» (уровень бакалавриата, 130400 – «Горное дело», а также для проходящего повышение квалификации инженерно-технического персонала предприятий. (учебное издание), под ред. Хохрякова А.В., Студенка А.Г.// А.В. Хохряков А.Г. Студенок И.В. Медведева и др./ Урал. гос. горный ун-т. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – 296 с.

2. Вопросы для самоконтроля и подготовки к подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям:

1. Что такое экологический аудит?
2. Что такое системные подход?
3. Как взаимосвязан экологический аудит и ОВОС?
4. Что такое материальный баланс предприятия?
5. Перечислите основные положения анализа материального баланса предприятия.

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильных может быть несколько.

На листе бумаги напишите Ф.И.О., группу, тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, где требуется напишите словами.

Тема 7. Системный подход при проведении экологического аудита и оценки воздействия на окружающую среду.

1. Экологический аудит – это…

2. В качестве объектов экологического аудита может выступать:

А) виды деятельности предприятия
Б) отдельные подразделения предприятия
В) предприятие в целом
Г) нет верного варианта ответа

3. Для того, чтобы иметь четкое представление об объекте аудита, независимо от цели, необходимо знать:

А) структуру производства, систему его управления
Б) потребляемые природные ресурсы и направление воздействия на ОС
В) сколько прослужит предприятие
Г) нет верного варианта ответа

4. Экологический аудит включает в себя:

А) обследование объекта аудита на месте
Б) экологическую программу предприятия
В) анализ документации предприятия, касающейся объекта аудита
Г) менеджмент территорий

5. Основой для проверки материального баланса для документации складирования отходов является:

А) инструкция по обращению с отходами
Б) ПНООЛР
В) инвентаризация отходов
Г) технические характеристики производства

6. В соответствии с материальным балансом количество исходного сырья должно соответствовать:

А) количеству персонала и единиц оборудования
Б) выбросам и сбросам в твёрдых составляющих
В) количеству производимой продукции и количеству образующихся отходов
Г) нет верного варианта ответа

7. Материальный баланс по подразделениям предприятия и по предприятию в целом при обращении с отходами отражается в:

А) ПДВ
Б) ОВОС
В) ПНООЛР
Г) НДС

8. Согласно Федеральному закону от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ «Об охране окружающей среды», ст. 36, при проектировании зданий, строений, сооружений и иных объектов должны учитываться:

А) строительные правила
Б) нормативы допустимой антропогенной нагрузки на окружающую среду
В) способы предоставления информации в местные органы власти
Г) способы размещения отходов производства и потребления

9. Принцип эффективности организации экологического аудита подразумевает..

10. Должна ли включаться информация об учёте замечаний и общественных слушаний в окончательный вариант материалов по ОВОС?

А) Да
Б) Нет
В) Да, при согласии заказчика
Г) нет верного варианта ответа

ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ.

1. Понятие "экологическая экспертиза" применительно к инженерным решениям. Принципы экологической экспертизы.
2. Цели экологической экспертизы на различных этапах проектирования.
3. Основные нормативные акты, определяющие процесс и форму экологической экспертизы.
4. Понятие "экологическая безопасность". Термины и определения, используемые в процессе экологической экспертизы: экологическая опасность, компоненты природной среды, экологически опасный объект, воздействие на окружающую среду, экологическая ситуация.
5. Предпроектная и проектная документация, подлежащая экологической экспертизе. Ее состав и назначение.
6. Принципиальная схема воздействия производства на окружающую среду. Примеры.
7. Оценка экологической безопасности инженерных решений на стадии декларации о намерениях, обоснования инвестиций и проекта.
8. Оценка воздействия на окружающую среду, как основа экологической экспертизы. Структура ОВОС.
9. Понятия горного и земельного отводов предприятия.
10. Геологическая характеристика месторождения, используемая в процедуре ОВОС.
11. Основные гидрогеологические и инженерно-геологические сведения о месторождении и территории, отводимой под объекты предприятия, необходимые для оценки воздействия на окружающую среду.
12. Экологические и другие ограничения, формулируемые в процессе ОВОС.
13. В чем состоит характеристика экологической безопасности основных технических решений в проекте?
14. Основные положения оценки воздействия предприятия на воздушный бассейн.
15. Основные термины и определения, используемые в экологической экспертизе.
16. Государственный экологический контроль.
17. Требования нормативных и законодательных актов РФ в части охраны атмосферного воздуха
18. Оценка воздействия производства на водные ресурсы.
19. Итоговые результаты экологической экспертизы и ОВОС.
20. Экологические ограничения на размещение объектов.
21. Понятие санитарно-защитной зоны. Как определяется размер СЗЗ.
22. Требования нормативных и законодательных актов в части охраны поверхностных и подземных вод.
23. Водоохранные зоны и прибрежные защитные полосы.
24. Зоны санитарной охраны источников хозяйственно-питьевого водоснабжения.
25. Понятие водоохранной зоны, ее размеры и порядок учета при размещении объектов.
26. Требования нормативных и законодательных актов в сфере обращения с опасными отходами.
27. Схема воздействия производства на окружающую среду.
28. Принципы экологической экспертизы. Схема взаимосвязи объектов и процессов производства (с пояснениями).
29. Цель разработки раздела ОВОС "Оценка воздействия предприятия на воздушный бассейн"
30. Перечень исходной информации для разработки "Оценки воздействия на воздушный бассейн"
31. Структура раздела "Оценка воздействия предприятия на воздушный бассейн". Основные выводы по разделу.
32. Цель разработки раздела ОВОС "Оценка воздействия на состояние поверхностных и подземных вод"
33. Перечень исходной информации для разработки "Оценки воздействия на состояние поверхностных и подземных вод"
34. Структура раздела "Оценка воздействия на состояние поверхностных и подземных вод". Основные выводы по разделу.
35. Юридические основы экологической экспертизы.

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаци.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу
_____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ФИЗИКО-ХИМИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ АНАЛИЗА КОМПОНЕНТОВ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор: Студенок А.Г. доцент, к.т.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить расчетно-графические работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя расчетно-графическую работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, расчетно-графической работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к устному опросу;
- написание реферата и подготовка к его защите;
- работа с порталом электронных образовательных ресурсов;
- работа с литературой и интернет-ресурсами.

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки и для подготовки к устному опросу позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Работа с порталом электронных образовательных ресурсов предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов, размещенных на портале.

Работа с литературой и интернет-ресурсами дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Выполнение домашних заданий предусмотрено в следующей форме:

написание реферата – подготовка доклада на определенную тему, включающего обзор соответствующих литературных и других источников или краткое изложение книги, научной работы, статьи, исследования;

Конкретные виды заданий по дисциплине «Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО)

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет **136** часов.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	2,0 х 32= 64	64
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	5,0 х 6 = 30	30
3	Подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям	1 занятие	0,3-2,0	1,4 х 24= 33,6	34
4	Подготовка к докладу, сообщению, аналитическому обзору	1 занятие	1,0-2,5	2,5х1=2,5	3
5	Выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите	1 работа	0,5-2,5	2,5 х 2 = 5	5
	Итого:				**136**

Форма контроля самостоятельной работы студентов – проверка в ходе аудиторных занятий, на практическом занятии, групповые обсуждения докладов, защита расчетно - графической работы, защита реферата.

Тема 1. Применение физико-химических методов для анализа природных и техногенных объектов.

Раздел 1.1. Сравнительная характеристика методов химического и физико-химического анализа. Классификация методов физико-химического анализа.

Раздел 1.2.Метрологические характеристики физико-химических методов анализа.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

Учебные пособия: - Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.- Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: Учебник для бакалавров / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович и др. - М.: Дашков и К, 2016. - 208 с. - Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. – Минск, БГТУ, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA_teksty_lekcii.pdf.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. В чем заключается принципиальное отличие физико-химических методов анализа, от методов химического анализа?
2. Для чего используется калибровочный график при производстве физико - химического анализа?
3. Какие виды физико-химического анализа применяются в настоящее время при контроле загрязнения окружающей среды?
4. Что представляет собой операция градуировки при проведении физико-химического анализа?

5. Какие показатели используются при оценки метода применяемого физико-химического анализа?
6. Какие виды погрешностей характерны при выполнении химического анализа?
7. Как оценивается правильность полученных результатов химического анализа?

Тема 2. Методы, основанные на анализе спектрального состава и интенсивности испускаемого излучения исследуемым образцом.
Раздел 2.1.Основные закономерности процесса испускания излучения веществом.

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

Учебные пособия: - Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.- Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: Учебник для бакалавров / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович и др. - М.: Дашков и К, 2016. - 208 с. - Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. – Минск, БГТУ, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA_teksty_lekcii.pdf.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. На каких физических процессах основаны методы анализа спектрального состава и интенсивности испускаемого излучения анализируемым образцом?
2. Какие виды источников возбуждения атомов анализируемого образца применяются в данном методе анализа?
3.Какие средства контроля испускаемого возбужденными атомами анализируемого образца применяются в данном методе анализа?
4.В чем преимущество данного метода анализа перед методами качественного и количественного химического анализа?

Раздел 2.2.Фотометрия пламени (пламенно-эмиссионная спектрометрия). Эмиссионная спектрометрия.
Раздел 2.3.Рентгеновская флуоресценция. Радиохимический (активационный) метод анализа.

1. Повторение материала лекций:

Учебные пособия: - Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.- Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: Учебник для бакалавров / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович и др. - М.: Дашков и К, 2016. - 208 с. - Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. – Минск, БГТУ, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA_teksty_lekcii.pdf.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие химические элементы обычно анализируются с применением метода пламенно-эмиссионной спектрометрии?
2. Как влияет температура пламени при проведении анализа методом пламенно-эмиссионной спектрометрии на чувствительность анализа?
3. Почему в методе эмиссионной спектрометрии для количественного анализа образцов применяется электрический разряд?
4. Возможно ли применение метода рентгеновской флуоресценции для анализа химического состава природных и сточных промышленных вод?

5. Какой из методов, основанных на анализе спектрального состава и интенсивности испускаемого излучения исследуемым образцом, обладает наибольшей чувствительностью?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа.

ФИО, группа

ТЕСТ

Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды

Тема 2. Методы, основанные на анализе спектрального состава и интенсивности испускаемого излучения исследуемым образцом.

1.Фотометрией пламени или пламенно-эмиссионной спектрометрией, называется метод:

а. в котором по температуре пламени газовой горелки определяют состав вносимого в него исследуемого вещества;

б. в котором по интенсивности и спектральному составу излучения, испускаемого пламенем, проводят качественный и количественный анализ образца;

в. в котором по цвету пламени газовой горелки определяют состав вносимого в него исследуемого вещества.

2.Пламя в качестве источника возбуждения наиболее удобно:

а. при анализе щелочных и щелочноземельных металлов, обладающих низкими энергиями ионизации;

б. при анализе газовых примесей в атмосферном воздухе;

в. при анализе отходов, содержащих радиоактивные вещества.

3. Метод рентгеновской флуоресценции (анализ частоты и интенсивности линий вторичного рентгеновского излучения) позволяет:

а. получить данные о кристаллической структуре анализируемого образца;

б. данные о наличие газовых примесей в атмосферном воздухе;

в. получить качественные и количественные данные о составе образца, не разрушая его.

4.Для дисперсии рентгеновского излучения, испускаемого анализируемым образцом, применяют:

а. дифракционные решетки;

б. кристалл-анализатор, изготовленный из монокристаллов кварца, топаза, фторида лития, гипса;

в. сцинтилляционные датчики.

5.Частота линий для К-серии вторичного рентгеновского излучения зависит от атомного (порядкового) номера элемента, которая определяется:

а. уравнением Мозли;

б. законом Бугера-Ламберта - Бэра;

в. законом Авогадро.

6.Метод рентгеновской флуоресценции в настоящее широко применяется:

а. для анализа уровня загрязнения атмосферного воздуха;
б. для анализа радиоактивного загрязнения почв;
в. для анализах различных горных пород и минералов, сплавов, легированных сталей, стекол, промышленных отходов.

7.При проведения активационного анализа для возбуждения атомов анализируемых образцов используется:
а. поток "тепловых" нейтронов;
б. электрический разряд;
в. пламя газовой горелки с температурой 3000^{o}C.

Тема 3. Методы, основанные на анализе спектрального состава и интенсивности поглощаемого излучения исследуемым образцом.

Раздел 3.1.Основные закономерности поглощения излучения веществом. Количественные законы поглощения излучения веществом.

Раздел 3.2.Образование спектров поглощения веществ в ультрафиолетовой, видимой и инфракрасной области спектра.

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

Учебные пособия: - Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.- Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: Учебник для бакалавров / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович и др. - М.: Дашков и К, 2016. - 208 с. - Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. – Минск, БГТУ, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA_teksty_lekcii.pdf.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие виды электромагнитного излучения используются в методах анализа, основанных на поглощении излучения веществом?
2. Какой из методов анализа поглощения излучения веществом обеспечивает одновременно проведение качественного и количественного анализа ?
3. В чем отличие величины поглощения излучения веществом (Т) от величины оптической плотности (D)?
4. Какой из методов анализа поглощения излучения веществом используется в видимой области спектра?

Какие источники излучения применяются в данных методах анализа?

Раздел 3.4.Атомно-адсорбционная спектроскопия. Нефелометрический и турбодиметрический анализ.

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

Учебные пособия: - Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.- Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: Учебник для бакалавров / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович и др. - М.: Дашков и К, 2016. - 208 с. - Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. – Минск, БГТУ, 2007.

[Электронный ресурс] Режим доступа: http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA_teksty_lekcii.pdf.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие источники электромагнитного излучения применяются в методе атомно-адсорбционного анализа?

2.Конструкция и принцип работы источников электромагнитного излучения в методе атомно-адсорбционного анализа?

3. Для решения каких аналитических задач в настоящее время используется метод атомно-адсорбционной спектроскопии?

4. Область применения методов нефелометрического и турбодиметрических методов анализа при контроле объектов окружающей среды?

Тема 4. Электрохимические методы анализа.
Раздел 4.1.Измерение электропроводности растворов. Методы прямой кондуктометрии и кондуктометрического титрования. Потенциометрический метод анализа. Индикаторные электроды и электроды сравнения. Потенциометрическое титрование.
Раздел 4.2.Электровесовой анализ. Кулонометрический анализ. Кулонометрия при постоянном потенциале и постоянном токе. Полярографический метод анализа.

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

Учебные пособия: - Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.- Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: Учебник для бакалавров / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович и др. - М.: Дашков и К, 2016. - 208 с. - Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. – Минск, БГТУ, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA_teksty_lekcii.pdf.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какая физическая характеристика анализируемого раствора измеряется в кондуктометрическом методе анализа?

2. Почему в кондуктометрическом анализе при измерении электропроводности растворов не применяют источники постоянного тока?

3. Как определяется точка эквивалентности при проведении кондуктометрического титрования?

4.Какие химические реакции применяется в методе кондуктометрического титрования?

5. Конструкции и виды электродов, применяемых в потенциометрическом анализе?

6. Принцип работы ионоселективных электродов.

7. С помощью какого электрода в настоящее время измеряется pH растворов?

8. Как определяется точка эквивалентности при проведении потенциометричекого титрования?

9. Область применения электровесового анализа.

10. Какой из методов анализа содержания в растворах ионов металлов обладает большей чувствительностью - электровесовой или кулонометрический?

11. Какой аналитический сигнал используется в качественном анализе при применении полярографического метода?

12. Применяется ли полярографический метод анализа для определения количественного содержания определяемых веществ анализируемом растворе?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа.

ФИО, группа

ТЕСТ

Физико-химические методы анализа компонентов окружающей среды

Тема 4. Электрохимические методы анализа.

1. Кондуктометрией называется физико-химический метод анализа, основанный:

а. на изменении температуре кипения раствора электролитов и применяется для определения их концентраций.

б. на измерении интенсивности поглощения излучения растворов электролитов и применяется для определения их концентраций;

в. на измерении электропроводности растворов электролитов и применяется для определения их концентраций.

2. В разбавленных растворах электролитов их электропроводность прямо пропорциональна:

а. концентрации заряженных частиц - ионов;

б. электропроводности растворителя;

в. молекулярной массе растворенного вещества.

3. Индикатором в процессе кондуктометрического титрования является изменение:

а. окраски анализируемого раствора;

б. электропроводности анализируемого раствора в процессе титрования;

в. выпадение осадка.

4. Потенциометрией называется метод количественного физико-химического анализа, основанный на измерении:

а. интенсивности окраски анализируемого раствора;

б. электропроводности анализируемого раствора в процессе титрования;

в. электрического потенциала индикаторного электрода.

5. При потенциометрическом анализе в качестве индикаторных электродов применяют:

а. сурьмяные и хлорсеребряные электроды;

б. ртутные электроды;

в. металлические и мембранные (стеклянные и ионселективные) электроды.

6. Потенциометрическое титрование основано на зависимости потенциала измерительного электрода от:

а. концентрации определяемого иона;

б. ионного радиуса определяемого иона;

в. от молекулярной массы определяемого вещества.

7. Электровесовым анализом называется метод физико-химического анализа, основанный на:

а. на определении количества электричества, затраченного на выделении определяемого вещества;

б. определении массы металлов при их электролитическом выделении из исследуемого раствора;

в. на определении молекулярной массы определяемого вещества.

8. При кулонометрическом анализе количество анализируемого вещества определяется:

а. по увеличению массы осадительного электрода;

б. по величине электрического потенциала осадительного электрода;

в. по измерению количества электричества, затрачиваемого на электрохимическое окисление или восстановление определяемого иона.

9. Полярографический метод анализа (полярография) основан на протекании электрохимических процессов, происходящих на микроэлектроде и применяется для:

а. качественного и количественного анализа растворов;

б. только для качественного анализа органических кислот;

в. для качественного анализа металлов.

Тема 5. Методы анализа, основанные на разделении смеси веществ.
Раздел 5.1.Теоретические основы хроматографического разделения смесей веществ.
Раздел 5.2.Адсорбционная хроматография. Газовая, жидкостная и газожидкостная хроматография. Тонкослойная и бумажная хроматография. Ионообменная хроматография.

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

Учебные пособия: - Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.- Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: Учебник для бакалавров / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович и др. - М.: Дашков и К, 2016. - 208 с. - Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. – Минск, БГТУ, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA_teksty_lekcii.pdf.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какая методы физико-химического анализа входят в группу хроматографических методов?

2. Каким требования должна удовлетворять хроматографическая система для увеличения селективности разделения компонентов анализируемой смеси веществ?

3. Какие газы применяются в качестве подвижной фаза в медоде газовой хроматографии?

4. Какие детекторы применяются в газовой хроматографии для регистрации аналитического сигнала разделяемой смеси веществ в газовой хроматографии?

5. В чем отличие газо-жидкостной хроматографии от газовой хроматографии?

6. Область применения жидкостной хроматографии.

7. Каким образов в тонкослойной и бумажной хроматографии производится качественный анализ анализируемого объекта?

8.В чем отличие ионообменной хроматографии от жидкостной хроматографии?

Тема 6. Термические методы анализа.
Тема 6.1.Термогравиметрический метод анализа. Дифференциальный термический анализ.

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

Учебные пособия: - Иванова, М.А. Аналитическая химия и физико-химические методы анализа: Учебное пособие / М.А. Иванова. - М.: ИЦ РИОР, 2013. - 289 с.- Криштафович, В.И. Физико-химические методы исследования: Учебник для бакалавров / В.И. Криштафович, Д.В. Криштафович и др. - М.: Дашков и К, 2016. - 208 с. - Соколовский А.Е., Радион Е.В. Физико-химические методы анализа. – Минск, БГТУ, 2007. [Электронный ресурс] Режим доступа: http://analit.belstu.by/files/fhma/FHMA_teksty_lekcii.pdf.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие основные методы проведения термического анализа?

2.Какое основное условие применения термогравиметрического анализа для возможности проведения количественного анализа?

4.Можно ли отнести метод дифференциального термического анализа к методам качественного и количественного анализа?

5. Область применения методов термического анализа.

Для проведения контроля самостоятельной работы студентов применяются: устный опрос, тест, коллоквиум, экзамен.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ
(уровень творческой деятельности)

Написать реферат – подготовить доклад на определенную тему.

Реферат должен включать 3 раздела: 1 - проблемный - практический (анализ, обзор, творческое изложение статей ученых на выбранную тему в научных журналах за два года (текущий и предшествующий), 2 - собственное мнение на выделенную проблему; 3 - список научной литературы по выбранной теме.

Выбор темы осуществляется студентом самостоятельно.

Тема 1. Применение физико-химических методов для анализа природных и техногенных объектов.

1. Физико-химические методы анализа, достоинства и недостатки в сравнении с химическими методами анализа при контроле объектов окружающей среды.
2. Метрологические характеристики физико-химических методов анализа.
3. Источники погрешностей и ошибок при проведении химического анализа объектов окружающей среды.

Тема 2. Методы, основанные на анализе спектрального состава и интенсивности испускаемого излучения исследуемым образцом.

1. Основные методы анализа объектов окружающей среды, основанные на закономерностях процесса испускания излучения веществом .
2. Применение метода пламенно-эмиссионная спектрометрии для анализа солевого состава природных и сточных вод.

3. Применение метода эмиссионной спектрометрии при анализе химического состава отходов металлургических производств.

Тема 3. Методы, основанные на анализе спектрального состава и интенсивности поглощаемого излучения исследуемым образцом.

1. Применение методов анализа спектрального состава и интенсивности поглощаемого излучения при контроле загрязнения объектов окружающей среды.

2. Применение спектрофотометрического анализа при контроле загрязнения природных вод.

3. Применение метода ИК-спектроскопии при контроле загрязнения объектов окружающей среды органическими веществами.

4.Применение методов анализа спектрального состава и интенсивности поглощаемого излучения при контроле загрязнения атмосферного воздуха.

Тема 4. Электрохимические методы анализа.

1. Области применения электрохимических методов анализа при контроле загрязнения окружающей среды.

2. Применение ионоселективных электродов при контроле химического состава природных и сточных вод.

3. Применение полярографического анализа при контроле химического состава объектов окружающей среды.

Тема 5. Методы анализа, основанные на разделении смеси веществ.

1. Теоретические основы разделения смесей анализируемых веществ методом адсорбционной хроматографии.
2. Применение газовой хроматографии при качественном и количественном анализе атмосферного воздуха.
3. Применение хроматографических методов анализа в экологическом мониторинге.
4. Применение методов тонкослойной и бумажной хроматографии при анализе объектов окружающей среды.
5. Области применения метода ионообменной хроматографии при анализе объектов окружающей среды.

Тема 6. Термические методы анализа.

1. Применение термических методов анализа при контроле химического и минералогического состава промышленных отходов.

2. Применение термических методов анализа при контроле химического и минералогического состава почв.

Объем реферата не более 25 листов. Оформление работы должно отвечать общим требованиям, установленным в университете.

Результат работы представляется на практическом (семинарском) занятии по соответствующей теме.

Требования к докладу на практическом (семинарском) занятии

Студенту предоставляется время для выступления на практическом (семинарском) занятии продолжительностью не более 15 минут: 10 минут - доклад, 5 минут - ответы на вопросы.

Студент представляет доклад в форме компьютерной презентации, выполненной в MS PowerPoint.

Презентация должна иметь:

- слайд, содержащий полное название доклада, ФИО автора;

- слайд, содержащий четко сформулированную решаемую задачу;
- несколько слайдов, описывающих решение задачи;
- слайд, содержащий краткие выводы из работы

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки реферата – новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста - актуальность темы реферата; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, нормативными правовыми актами, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (привлечены ли наиболее известные работы по теме доклада статистические данные, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; соблюдение требований к объёму доклада.

Критерии оценки публичного выступления (защита реферата) - логичность построения выступления; грамотность речи; глубина выводов; умение отвечать на вопросы; оригинальность формы представления результата; поведение при защите работы *(*манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.).

Критерии оценки презентации - эстетическое оформление; использование эффектов анимации.

Выполнение реферата и доклад его результатов на занятии оценивается по четырёхбалльной шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Оценка *«отлично»* - реферат полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка «*хорошо*» - реферат в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«удовлетворительно*» - реферат частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«неудовлетворительно*» - реферат не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВО
«Уральский государственный горный университет»

А.Г. Студенок, Г. А. Студенок

ГЕОХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания
к выполнению расчетно-графических работ
по дисциплине «Геохимия окружающей среды»
для студентов направления
20.03.01 «Техносферная безопасность»
профиля «Инженерная защита окружающей среды»

Екатеринбург
2017

Министерство образования и науки Российской Федерации

ФГБОУ ВПО
«Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией
Института мировой экономики
ФГБОУ ВПО «УГГУ»

Председатель комиссии

_____ Л. А. Мочалова

«24» апреля 2017 г.

А.Г. Студенок, Г. А. Студенок

ГЕОХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания
к выполнению расчетно-графических работ
по дисциплине «Геохимия окружающей среды»
для студентов направления
20.03.01 «Техносферная безопасность»
профиля «Инженерная защита окружающей среды»

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

УДК 550.4
А 47

Рецензент: *Гревцев Н.В.*, д.т.н., профессор кафедры природообустройства и водопользования УГГУ

Методические указания рассмотрены на заседании кафедры ИЭ (протокол №5 от «1» декабря 2015 года) и рекомендованы для издания в УГГУ.

Студенок А.Г., Студенок Г. А.
А 74 ГЕОХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: методические указания / А.Г. Студенок, Г. А. Студенок; Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2016 – 45 с.

Методические указания ориентированы на закрепление и систематизацию знаний студентов по вопросу применения геохимических расчетов, используемых для оценки интенсивности концентрирования и рассеивания химических элементов в природных и техногенных объектах окружающей среды, которые применяются при проведении эколого-геохимической оценки состояния окружающей среды.

Практикум направлен на формирование у студентов природоохранного мировоззрения на основе изучения геохимических процессов миграции и трансформации химических элементов и их соединений в объектах биосферы, а также навыков целостного представления об управлении геохимическими процессами для целей снижения негативного техногенного воздействия на объекты окружающей среды.

Для студентов направления 20.03.01 «Техносферная безопасность» профиля «Инженерная защита окружающей среды» по выполнению расчетно-графических работ дисциплины «Геохимия окружающей среды».

УДК 550.4

© Студенок А.Г., Студенок Г. А., 2016
© Уральский государственный
горный университет, 2016

Содержание

Словарь основных терминов 5
Расчетно-графическая работа № 1. «Геохимические спектры природных и техногенных объектов».....6
1.1.Краткие теоретические сведения 6
1.2.Порядок выполнения расчетно-графической работы 7
1.3. Пример выполнения и оформления расчетно-графической работы 8
Расчетно-графическая работа № 2. «Расчет коэффициента биологического поглощения химических элементов» 12
2.1.Краткие теоретические сведения 12
2.2.Порядок выполнения расчетно-графической работы 14
2.3. Пример выполнения и оформления расчетно-графической работы 15
Расчетно-графическая работа № 3. «Расчет коэффициента водной миграции химических элементов».....18
3.1.Краткие теоретические сведения 18
3.2.Порядок выполнения расчетно-графической работы 19
3.3. Пример выполнения и оформления расчетно-графической работы 20
Расчетно-графическая работа № 4. «Эколого-геохимическая оценка условий миграции химических элементов в водных потоках рассеивания». 23
4.1.Краткие теоретические сведения 23
4.2. Пример выполнения и оформления расчетно-графической работы 26
Расчетно-графичекая работа №5" Эколого-геохимическая оценка воздействия горного производства на окружающую среду".....32
5.1.Краткие теоретические сведения 32
5.2. Пример выполнения и оформления расчетно-графичекой работы 34
Словарь терминов.....38
Приложение 1. Кларки химических элементов в литосфере 39
Приложение 2. Кларки химических элементов в почвах мира.....40
Приложение 3. Содержание химических элементов в золе растений.....41
Приложение 4. Энергия образования химических соединений в стандартных условиях ...42
Приложение 5. Произведение растворимости (ПР) гидроксидов металлов.....43
Приложение 6. Стандартные электродные потенциалы окислительно-восстановительных реакций 43
Приложение 7. Фоновое содержание химического элемента в почве 43
Перечень использованной литературы.....44

Словарь основных терминов

Геохимическая аномалия - статистически достоверное отклонение содержания тех или иных элементов в точках опробования от геохимического фона объекта.

Геохимическая миграция - перемещение атомов химических элементов в земной коре, обычно ведущее к их рассеянию или концентрации.

Геохимический спектр - графическая интерпретация кларков концентрации для рассматриваемого геохимического объекта.

Кларк концентрации химического элемента ($К=С_i/К_i$) - отношение содержания химического элемента в данной геохимической системе (Ci) к его кларку в эталонной геохимической системе (Ki):

Кларк химического элемента - среднее содержание химического элемента в земной коре, гидросфере, атмосфере, Земле, космических телах, геохимических или космохимических системах и др., по отношению к общей массе этой системы. Значения кларков выражаются в % или г/т.

Коэффициент биологического поглощения или коэффициент биофильности ($К_б$) – показатель, характеризующий степень избирательности поглощения растениями химических элементов и представляет собой отношение содержания химического элемента в золе растений ($С_з$, %) к его содержанию в почвах или горных породах ($С_п$,%).

Коэффициент водной миграции ($К_х$) - отношение содержания химического элемента в минеральном остатке воды к его содержанию в водовмещающих породах или к кларку земной коры. Применяется для оценки интенсивности водной миграции химических элементов.

Расчетно-графическая работа № 1. «Геохимические спектры природных и техногенных объектов»

Целью выполнения работы является изучение методики построения геохимических спектров для оценки степени концентрирования или рассеивания химических элементов на примере геохимических спектров природных (горные породы) и техногенных объектов (промышленные отходы).

1.1.Краткие теоретические сведения

Значения средних содержаний химических элементов в земной коре получили названия ***кларков*** в честь американского геохимика Ф.Кларка, который в конце 19 века впервые обобщил и составил сводку о химическом составе континентальной земной коры. К настоящему времени известны значения кларков для всех стабильных изотопов химических элементов, что позволяет говорить о кларках химических элементов, как о ***геохимических константах*** [1]. В геохимии понятие о кларках используется не только для характеристики химического состава литосферы, но и для других природных объектов (гидросфера, живое вещество, почвы, атмосфера).

Для количественной оценки накопления или рассеивания химических элементов в конкретной геохимической системе применяют показатель, предложенный В.И. Вернадским, который представляет собой ***отношение содержания химического элемента в данной геохимической системе (Ci) к его кларку в эталонной геохимической системе (Ki):***

$$\frac{C_i}{K_i} = KK$$

Это отношение называется ***кларком концентрации химического элемента.***

Значение КК > 1 говорит о том, что для данного элемента характерно относительное накопление в данной геохимической системе. И наоборот, значения КК < 1 свидетельствуют о том, что данный элемент обычно содержится в данной геохимической системе в пониженных количествах.

Использование КК во многих случаях имеет преимущество по сравнению с массовыми процентами и другими способами выражения результатов анализа.

При сопоставлении абсолютных содержаний химических элементов в нескольких природных телах или компонентах ландшафта, возможно сделать выводы лишь о различии их вещественного состава, о большем или меньшем количестве того или иного элемента.

Значение кларков концентрации позволяет привести содержания всех элементов к общему знаменателю, учитывая их кларки в выбранном эталонном объекте, а в дальнейшем уже вполне обоснованно сравнивать количественные показатели их степени концентрации или рассеяния.

Графическая интерпретация кларков концентрации называется ***геохимическим спектром*** рассматриваемого геохимического объекта.

Пример геохимического спектра глинистых пород литосферы, в случае использования в качестве эталона кларков литосферы приведены на рисунке 1.1.

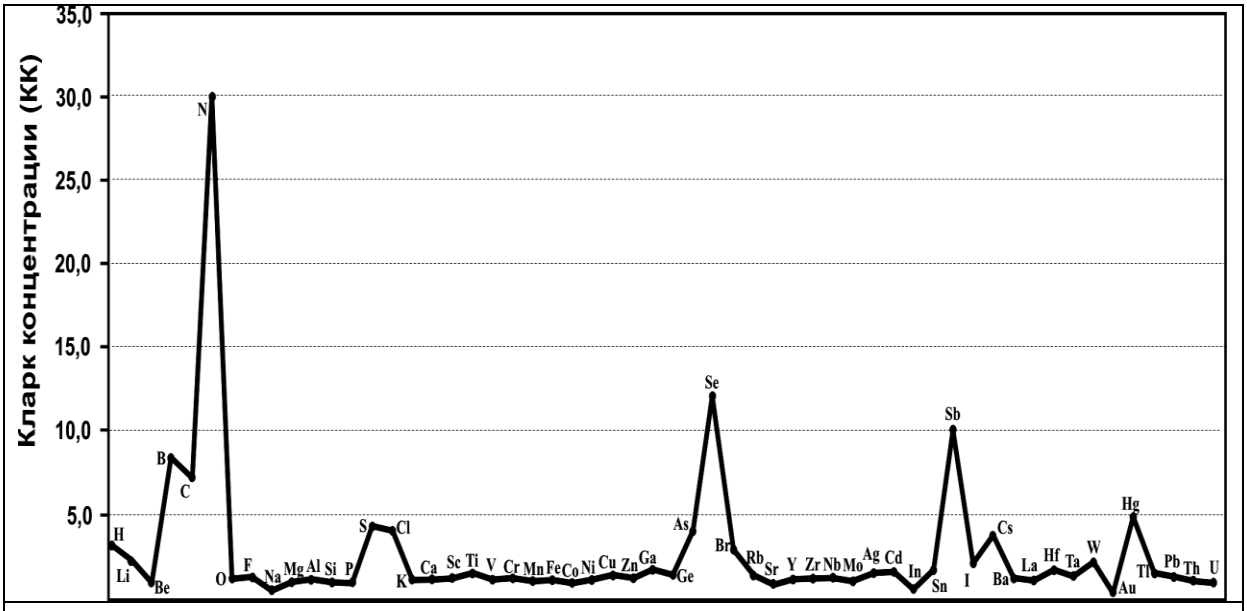


Рисунок 1.1. Геохимический спектр глинистых пород

1.2.Порядок выполнения расчетно-графической работы

Работа выполняется по индивидуальному заданию. В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы студент получает у преподавателя (согласно варианта задания):

- данные по химическому составу природного объекта (горная порода или минеральное сырьё);
- данные по химическому составу техногенного объекта (отход производства).

Порядок выполнения работы следующий.

1. Используя данные о кларках химических элементах в литосфере (Приложение 1) рассчитываются значения кларков концентрации химических элементов для природного и техногенного объекта. Результаты расчета оформляются в виде таблицы. Пример оформления таблицы приведен ниже.

Таблица. Результаты расчета кларков концентрации химических элементов для (согласно задания).

Химический элемент	Кларк литосферы (К),г/т	Содержание (Ci) в (согласно заданию), г/т	Содержание (Ci) в (согласно заданию), г/т	Кларк концентрации (КК) в (согласно заданию)	Кларк концентрации (КК) в (согласно заданию)

2. По данным таблицы строят геохимические спектры для природного и техногенного объекта. Построение геохимического спектра можно выполнить на миллиметровой бумаге или на компьютере с использованием программы Excel, а также с применением других программ, позволяющих работать с электронными таблицами и строить графики. В случае значительных различий в значениях рассчитанных кларков концентраций химических элементов построение графика производят в полулогарифмической шкале.

3. По результатам расчетов кларка концентрации и полученным геохимическим спектрам сделать выводы, для каких химических элементах в рассматриваемых объектах наблюдается концентрирование и рассеивание.

1.3. Пример выполнения и оформления расчетно-графической работы

1. Исходные данные для расчетно-графической работы

Химический состав окисленных руд золоторудного месторождения

Элемент	Содержание, г/т	Элемент	Содержание, г/т	Элемент	Содержание, г/т
Na	15580,6	Ti	2997,5	Cd	3,0
Mg	6391,6	Mn	2556,3	Sb	16,0
Al	96776,5	Fe	58745,3	Ba	895,4
Si	265346,7	Co	100,0	Au	5,2
P	349,3	Cu	140,0	Hg	1,5
S	1900,0	Zn	300,0	Tl	2,0
K	51031,9	As	800,0	Pb	200,0
Ca	16000,0	Ag	3,0		

Химический состав отходов обогащения железных руд

Элемент	Содержание, г/т	Элемент	Содержание, г/т
Mg	40000,0	Fe	97500,0
Al	41500,0	Co	80,0
Si	213600,0	Cu	700,0
P	2300,0	Zn	325,0
S	5200,0	As	15,0
Ca	109000,0	Cd	1,0
Mn	4100	Pb	16,0

2. Расчет кларков концентраций для окисленных руд золоторудного месторождения и отходов обогащения железных руд.

Для расчета кларков концентраций (КК) используют данные о кларках химических элементов в литосфере (Приложение 1). Результаты расчета заносятся в таблицу 1.1.

Таблица 1.1. Результаты расчета кларков концентрации химических элементов для окисленных руд золоторудного месторождения и отходов обогащения железных руд.

Химический элемент	Кларк литосферы (К),г/т	Содержание (Ci) в окисленных рудах золоторудного месторождения, г/т	Содержание (Ci) в отходах обогащения железных руд, г/т	Кларк концентрации (КК) в окисленных рудах золоторудного месторождения, г/т	Кларк концентрации (КК) в отходах обогащения железных руд, г/т
Na	20100	15580,6	-	0,78	-
Mg	17900	6391,6	40000,0	0,36	2,23
Al	81400	96776,5	41500,0	1,19	0,51
Si	295000	265346,7	213600,0	0,90	0,72
P	700	349,3	2300,0	0,50	3,29
S	1000	1900,0	5200,0	1,90	5,20
K	24000	51031,9	-	2,13	-
Ca	27100	16000,0	109000,0	0,59	4,02
Ti	3200	2997,5	-	0,94	-
Mn	770	2556,3	4100	3,32	5,32
Fe	43700	58745,3	97500,0	1,34	2,23
Co	23	100,0	80,0	4,35	3,48
Cu	46	140,0	700,0	3,04	15,22
Zn	76	300,0	325,0	3,95	4,28
As	1,7	800,0	15,0	470,59	8,82
Ag	0,07	3,0	-	42,86	-
Cd	0,2	3,0	1,0	15,00	5,00
Sb	0,2	16,0	-	80,00	-

Продолжение таблицы 1.1

Химический элемент	Кларк литосферы (К),г/т	Содержание (Ci) в окисленных рудах золоторудного месторождения, г/т	Содержание (Ci) в отходах обогащения железных руд, г/т	Кларк концентрации (КК) в окисленных рудах золоторудного месторождения, г/т	Кларк концентрации (КК) в отходах обогащения железных руд, г/т
Ba	580	895,4	-	1,54	-
Au	0,0043	5,2	-	1209,30	-
Hg	0,083	1,5	-	18,07	-
Tl	0,7	2,0	-	2,86	-
Pb	16	200,0	16,0	12,50	1,00

3. Графическая интерпретация результатов расчета (построение графиков геохимических спектров).

По результатам расчетов кларков концентраций (таблица 1.1) производят построение геохимических спектров (рис.1.2 и рис.1.3). Для наглядности значения кларков концентраций рекомендуется располагать на графике в порядке убывания значений.

4.Вывод по результатам расчетно-графической работы.

1. Геохимическая система «окисленные руды золоторудного месторождения» характеризуется:

- рассеиванием (КК<1) – Na, Mg, Si, P, Ti, Ca;
- концентрированием (КК>1) – Al, S, K, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, As, Ag, Cd, Sb, Ba, Au, Hg, Tl, Pb;
- наибольшей степенью концентрирования характеризуются – Au (КК=1209,30), As (КК = 470,59), Sb (КК = 80,00).

2. Геохимическая система «отходы обогащения железных руд» характеризуется:

- рассеиванием (КК<1) – Si, Al;
- концентрированием (КК>1) – Mg, S, P, Ca, Mn, Fe, Co, Cu, Zn, As, Cd;
- наибольшей степенью концентрирования характеризуются – Cu (КК=15,22).

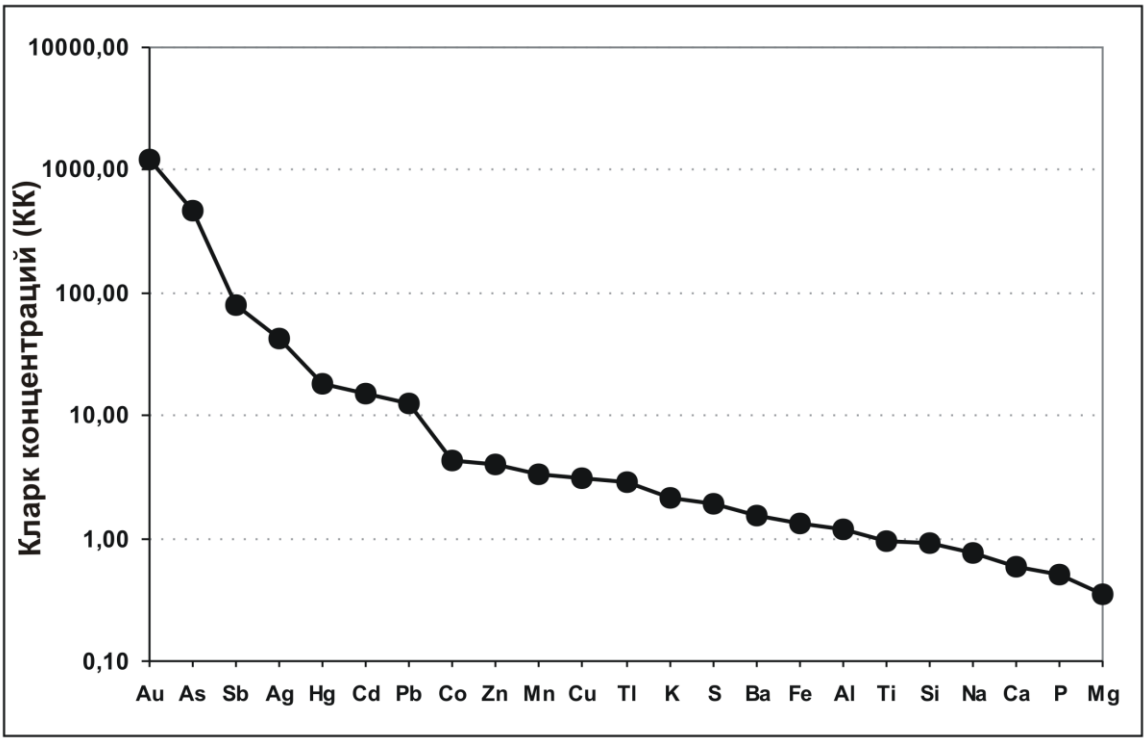


Рисунок 1.2. Геохимический спектр окисленных руд золоторудного месторождения

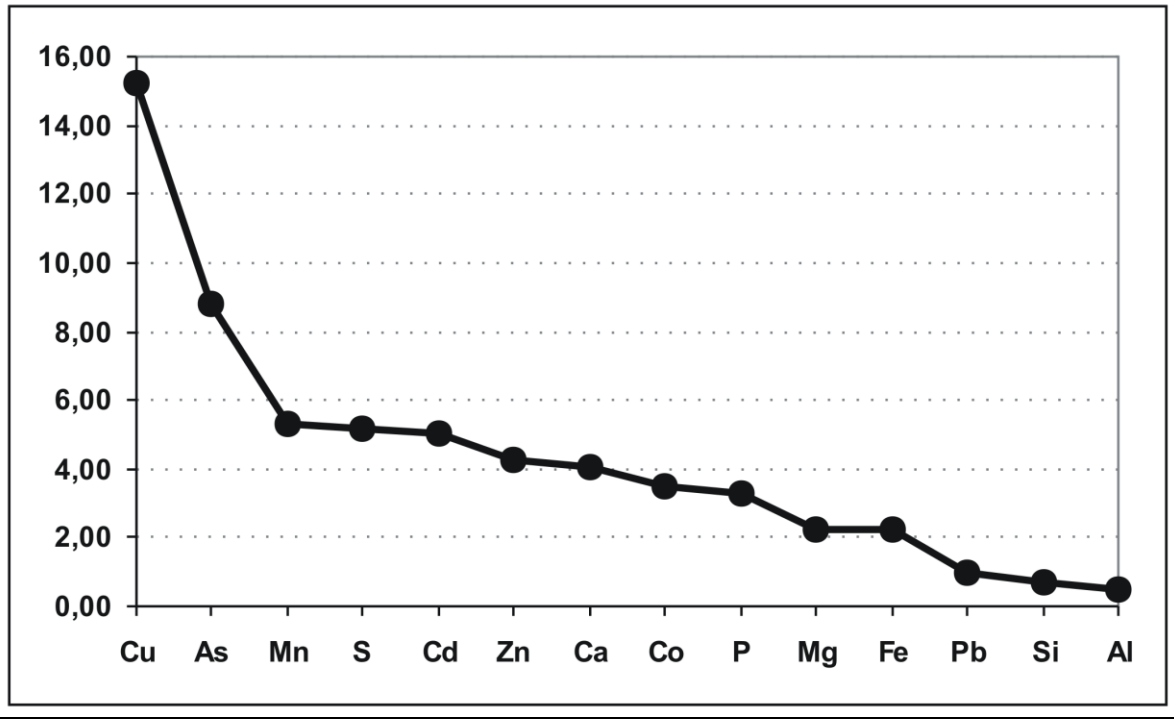


Рисунок 1.3. Геохимический спектр отходов обогащения железных руд

Расчетно-графическая работа № 2. «Расчет коэффициента биологического поглощения химических элементов»

Цель работы является изучение методика расчета коэффициента биологического поглощения для оценки избирательности поглощения химических элементов из почвы различными видами растений.

2.1.Краткие теоретические сведения

Основная масса живого вещества представлена биомассой растений суши. Вследствие этого, усредненный химический состав живого вещества (кларки химических элементов) соответствует химическому составу биомассы растений.

Наиболее близко живое вещество по своему составу к гидросфере - преобладание в составе живого вещества кислорода (70 %) и водорода (10,5 %). Сравнительно мало в живом веществе распространенных в литосфере, но не характерных для гидросферы элементов кремния (0,15 %), железа (0,02%) и алюминия (0,02 %).

С другой стороны, живое вещество по содержанию ряда элементов резко отличается и от литосферы, и от гидросферы. К таким элементам относятся углерод С и азот N. Содержание углерода в литосфере 0,27 %, азота 0,002 % , а в живом веществе, соответственно, 18% и 0,3 % (степень концентрирования от 60 до 150 раз).

Кислород, водород и углерод растения усваивают из почвы и атмосферы (вода и углекислый газ). Значительную часть азота растения также получают в виде иона нитрата (NO_3^-) за счет азотфиксирующих бактерий. Остальные химические элементы растения получают из почвы.

В результате химический состав минеральной (зольной) части растений зависит от химического состава почв, но не повторяет его. Благодаря сложившемуся типу обмена веществ растения избирательно поглощают из почвы необходимые элементы, в количествах соответствующих их физиологическим и биохимическим потребностям.

Степень избирательности поглощения растениями химических элементов характеризуется ***коэффициентом биологического поглощения (коэффициент биофильности) Кб***, представляющий отношение содержания химического элемента в золе растений к его содержанию в почвах или горных породах [2]:

$$K_б = \frac{C_з}{C_п} \ ,$$

где $C_з$ - содержание в золе растений, %;

Сп – содержание в почве, %

По величине коэффициента биологического поглощения химические элементы разделяются на пять групп [2]:

1. Кб = n·10- n·100 – элементы энергичного биологического накопления.
2. Кб = n·1- n·10 – элементы сильного биологического накопления.
3. Кб = n·0.1- n – элементы среднего биологического захвата.
4. Кб = n·0.01- n·0.1 – элементы слабого биологического захвата.
5. Кб = менее n·0,01 - элементы очень слабого биологического захвата.

Химические элементы с Кб >1 избирательно поглощаются растениями и накапливаются в живых организмах. Химические элементы с Кб <1 только «захватываются» растениями и в живых организмах не накапливаются.

Отмечено, что при одинаковых ландшафтно-геохимических условиях различные виды растений в различной степени накапливают химические элементы [2-4].

Расчет $К_б$ обычно проводят в двух вариантах:

- в качестве эталона используют кларки химических элементов в литосфере или почве;
- в качестве эталона используют содержание химических элементов в породах или почвах ландшафта.

Значения полученных коэффициентов биологического поглощения по двум варрантам расчета не будут идентичны. В общем случае несоответствие в значении коэффициентов особенно ярко должно проявляться при исследовании ландшафтов, когда местные кларки в почвах территории намного не соответствуют их содержание в литосфере (ландшафты месторождения, горные породы обедненные химическими элементами).

Информативность геохимических показателей в зависимости от способа проведения расчета так же неодинакова.

Расчет по первому варианту позволяет определить ***глобальный коэффициент биофильности***, позволяющий выявить особенности биологического поглощения элементов растениями разного систематического положения, а также определить примерные соотношения между элементами и выделяет элементы, необходимые для жизни растений и практически не захватывающиеся ими.

Вычисления по второму варианту дает возможность конкретизировать и подчеркнуть местные черты биологического поглощения, выявить региональную биогеохимическую специфику растений (***региональный коэффициент биофильности***). Сопоставление результатов, полученных данных по двум вариантам расчета несет дополнительную информацию по биогенной миграции элементов в изучаемых ландшафтах.

2.2.Порядок выполнения расчетно-графической работы

Работа выполняется по индивидуальному заданию. В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы студент получает у преподавателя (согласно варианта):

- данные по химическому составу золы различных видов растений;
- данные по содержанию химических элементов в почвах ландшафта.

Порядок выполнения работы следующий.

1. Используя полученные исходные данные, рассчитывают значение коэффициентов биофильности для различных видов растений. Расчет проводят в двух вариантах, используя в качестве эталонов значения содержания химических элементов в литосфере (Приложение 1) и в почвах ландшафта (согласно задания).

Пример оформления таблицы приведен ниже.

Таблица. Результаты расчета коэффициента биофильности химических элементов

Химический элемент	Содержание в золе (Сз),г/т	Содержание в литосфере (Сл),г/т	Содержание в почве ландшафта(Сп), г/т	Коэффициент биофильности (Кб)	
				относительно литосферы	относительно почв ландшафта

2. По данным таблицы строят графики изменения коэффициентов биологического поглощения в зависимости от вида растений.

Построение можно выполнить на миллиметровой бумаге или на компьютере с использованием программы Excel или других программ, позволяющих работать с электронными таблицами и строить графики. В случае значительных различий в значениях рассчитанных коэффициентов биофильности химических элементов построение графика производят в полулогарифмической шкале (откладывая на оси ординат значения логарифмов рассчитанных коэффициентов биофильности).

3. По результатам расчетов коэффициентов биофильности сделать выводы для каких химических элементов в рассматриваемых объектах наблюдается сходство и различие в значениях глобального и регионального коэффициентов биофильности в зависимости от вида растений.

2.3. Пример выполнения и оформления расчетно-графической работы

1. Исходные данные для расчетно-графической работы

Химический состав золы растений и почв ландшафта

Химический элемент	Содержание в золе растений (Сз), г/т			Содержание в почвах ландшафта (Сл), г/т
	Пшеница	Ячмень	Рис	
B	57	51	56	50
Ti	63	104	600	4745
V	3,6	3,5	13,8	76,7
Mn	1715	847	4750	723
Cr	6,9	4,3	7,0	61,9
Ni	17,6	4,4	12,9	28,3
Cu	224	135	29	12,5
Zn	1087	653	265	30
Sr	141	106	100	45,8
Mo	2,3	18	6,3	0,9
Pb	16	27	16	28,7

2. Расчет коэффициентов биофильности.

Для расчета коэффициентов биофильности химических элементов используют данные о кларках химических элементов в литосфере (Приложение 1). Результаты расчета заносятся в таблицу 2.1.

Таблица 2.1. Результаты расчета коэффициента биофильности химических элементов

Химический элемент	Содержание в золе (Сз),г/т	Содержание в литосфере (Сл),г/т	Содержание в почве ландшафта(Сп), г/т	Коэффициент биофильности Кб	
				относительно литосферы	относительно почв ландшафта
	Пшеница				
B	57	12	50	**4,75**	**1,14**
Ti	63	4500	4745	**0,01**	**0,01**
V	3,6	90	76,7	**0,04**	**0,05**
Mn	1715	1000	723	**1,72**	**2,37**
Cr	6,9	83	61,9	**0,08**	**0,11**
Ni	17,6	58	28,3	**0,30**	**0,62**
Cu	224	47	12,5	**4,77**	**17,92**
Zn	1087	83	30	**13,10**	**36,23**
Sr	141	340	45,8	**0,41**	**3,08**
Mo	2,3	1,1	0,9	**2,09**	**2,56**
Pb	16	16	28,7	**1,00**	**0,56**

Продолжение таблицы 2.1

Химический элемент	Содержание в золе (Сз),г/т	Содержание в литосфере (Сл),г/т	Содержание в почве ландшафта(Сп), г/т	Коэффициент биофильности Кб	
				относительно литосферы	относительно почв ландшафта
Ячмень					
B	57	12	50	**4,25**	**1,02**
Ti	63	4500	4745	**0,02**	**0,02**
V	3,6	90	76,7	**0,04**	**0,05**
Mn	1715	1000	723	**0,85**	**1,17**
Cr	6,9	83	61,9	**0,05**	**0,07**
Ni	17,6	58	28,3	**0,08**	**0,16**
Cu	224	47	12,5	**2,87**	**10,80**
Zn	1087	83	30	**7,87**	**21,77**
Sr	141	340	45,8	**0,31**	**2,31**
Mo	2,3	1,1	0,9	**16,36**	**20,00**
Pb	16	16	28,7	**1,69**	**0,94**
Рис					
B	57	12	50	**4,67**	**1,12**
Ti	63	4500	4745	**0,13**	**0,13**
V	3,6	90	76,7	**0,15**	**0,18**
Mn	1715	1000	723	**4,75**	**6,57**
Cr	6,9	83	61,9	**0,08**	**0,11**
Ni	17,6	58	28,3	**0,22**	**0,46**
Cu	224	47	12,5	**0,62**	**2,32**
Zn	1087	83	30	**3,19**	**8,83**
Sr	141	340	45,8	**0,29**	**2,18**
Mo	2,3	1,1	0,9	**5,73**	**7,00**
Pb	16	16	28,7	**1,00**	**0,56**

3. Графическая интерпретация результатов расчета (построение графиков коэффициента биофильности).

По результатам расчетов коэффициента биофильности (таблица 2.1) производят построение графиков значений коэффициента биофильности химических элементов для различных видов растений (рис.2.2).

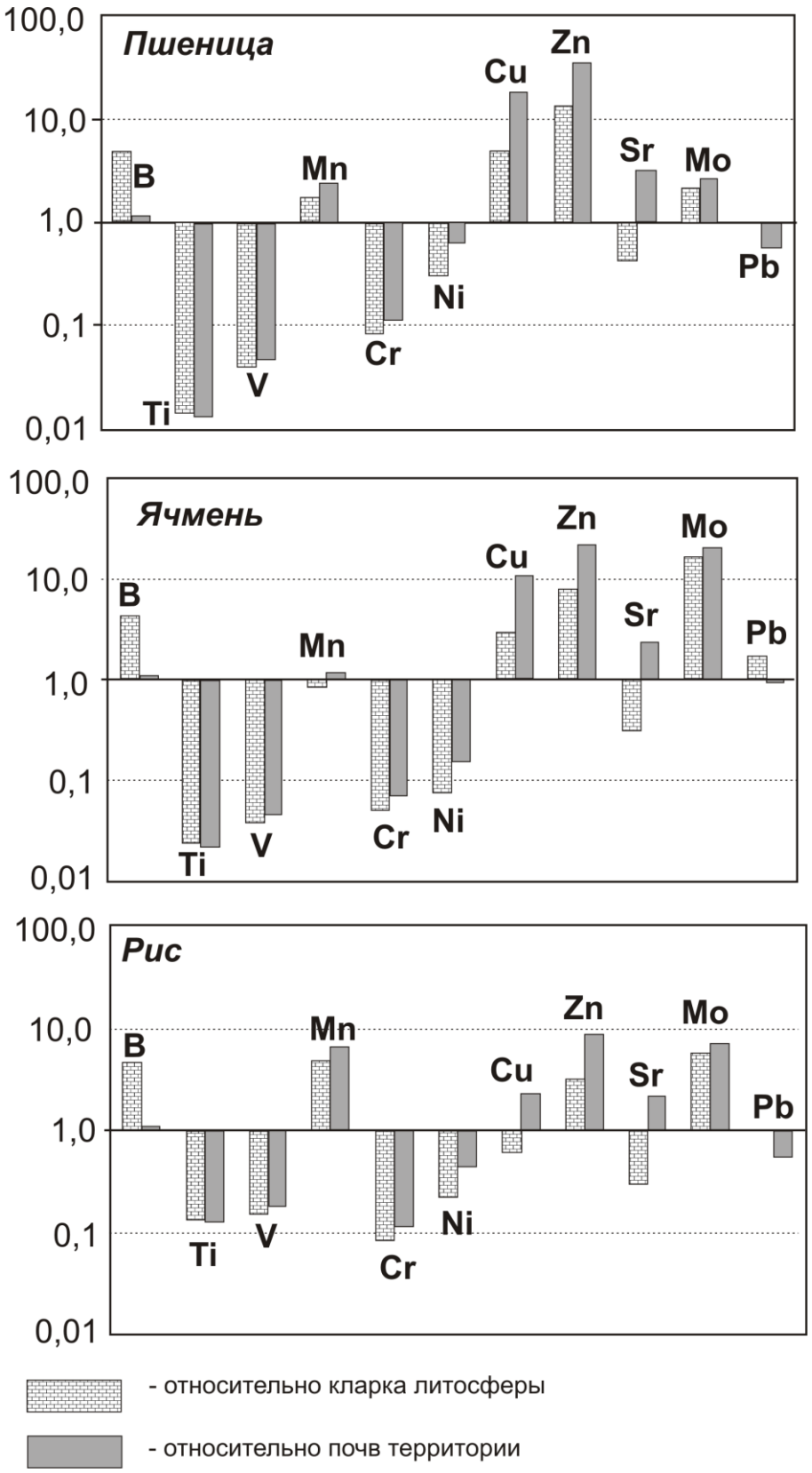


Рисунок 2.1. Глобальный и региональный коэффициент биофильности

4.Вывод по результатам расчетно-графической работы.

1. Анализ расчета глобального и регионального коэффициента биофильности показывает следующее:

- для всех рассмотренных видов растений к элементам слабого биологического захвата относятся Ti, V, Cr, Ni;
- для всех рассмотренных видов растений к элементам сильного и энергичного биологического накопления относятся Mo, Zn, B.

2. Региональная биогеохимическая специфика для рассмотренных видов растений (различие в значениях глобального и регионального коэффициента биофильности) проявляется для Mn, Cu, Sr, Pb.

Расчетно-графическая работа № 3. «Расчет коэффициента водной миграции химических элементов»

Цель работы является изучение методика расчета коэффициента водной миграции для оценки интенсивности регионального (ландшафтного) рассевания химических элементов в зоне гипергенеза (кора выветривания).

3.1.Краткие теоретические сведения

Водная миграция химических элементов в биосфере происходит в результате природного круговорота воды и определяется как чисто физико-химическими процессами поведения химических элементов в природных водах (растворение, осаждение, окислительно-восстановительные реакции, сорбция), так и биохимическими процессами, происходящими при непосредственном участии живого вещества.

Интенсивность миграции химических элементов в гидросфере резко возрастает при переходе их в растворимое состояние. Этот переход осуществляется в результате растворения природных химических соединений (минералов) в воде. Процесс растворения минералов сопровождается появлением в природных водах химических элементов в виде ионов - катионов или анионов.

В условиях земной поверхности растворимость минералов, кроме их химических свойств, определяется чаще всего кислотно - основными и окислительно - восстановительными условиями природных вод, контактирующих с этими минералами.

Для оценки интенсивности водной миграции химических элементов используется предложенный Б.Б. Полыновым и А.И. Перельманом **коэффициент водной миграции K_x**, равный отношению содержания химического элемента в минеральном остатке воды к его содержанию в водовмещающих породах или к кларку земной коры [2,4]:

$$K_x = \frac{100 \cdot m_x}{a \cdot C_x}$$

где m_x - содержание элемента в воде, г/л;

а – минерализация воды, г/л;

C_x – содержание элемента в водовмещающих породах, %.

Коэффициенты водной миграции различных элементов изменяются от тысячных долей единицы до десятков и сотен, что позволило все химические элементы по интенсивности водной миграции в растворенном состоянии разделить на 4 группы [2,4]

- элементы очень сильной миграции (Кх =10 - n·100);
- элементы сильной миграции (Кх = 1 -10);
- элементы средней миграции (Кх = n·0,1 - 1);
- элементы слабой и очень слабой миграции (Кх = 0,1 и менее).

3.2.Порядок выполнения расчетно-графической работы

Работа выполняется по индивидуальному заданию. В качестве исходных данных для выполнения лабораторной работы студент получает у преподавателя (согласно варианта) данные по содержанию химических элементов в водах зоне выветривания конкретного типа ландшафта.

Порядок выполнения работы следующий.

1. Используя полученные исходные данные, рассчитывают значение коэффициентов водной миграции различных химических элементов. Значения кларков химических элементов в литосфере принимается по Приложению 1.

Пример оформления таблицы приведен ниже.

Таблица. Результаты расчета коэффициента водной миграции химических элементов

Химический элемент	Содержание в водах ландшафта ($m_л$),г/дм^3	Содержание (кларк) в литосфере (Сл), %	Коэффициент водной миграции (Кх)

2. По данным таблицы строят график значений коэффициентов водной миграции для заданных химических элементов.

Построение можно выполнить на миллиметровой бумаге или на компьютере с использованием программы Excel или других программ, позволяющих работать с электронными таблицами и строить графики. В случае значительных различий в значениях рассчитанных коэффициентов водной миграции химических элементов построение графика производят в полулогарифмической шкале (откладывая на оси ординат значения логарифмов рассчитанных коэффициентов биофильности).

3. По результатам расчетов коэффициентов водной миграции сделать выводы о распределении заданных химических элементов по степени интенсивности их миграции в водных потоках рассеивания.

3.3. Пример выполнения и оформления расчетно-графической работы

1. Исходные данные для расчетно-графической работы

Содержание химических элементов в водах тропического ландшафта (минерализация (а) – 0,15 г/дм^3)

Химический элемент	Содержание в водах ландшафта ($m_л$),г/дм^3	Химический элемент	Содержание в водах ландшафта ($m_л$),г/дм^3
Cl	$7{,}35 \times 10^{-3}$	Br	$1{,}09 \times 10^{-5}$
B	$3{,}77 \times 10^{-5}$	J	$1{,}2 \times 10^{-5}$
Ca	$1{,}66 \times 10^{-2}$	Mg	$8{,}07 \times 10^{-3}$
Na	$1{,}09 \times 10^{-2}$	F	2,2 × 10-4
Sr	$4{,}75 \times 10^{-5}$	Zn	$3{,}76 \times 10^{-5}$
K	$2{,}25 \times 10^{-3}$	Mn	$4{,}24 \times 10^{-5}$
P	$7{,}18 \times 10^{-5}$	Ni	$4{,}92 \times 10^{-6}$
Cu	$4{,}63 \times 10^{-6}$	Co	$4{,}1 \times 10^{-7}$
Al	$1{,}47 \times 10^{-4}$	Fe	$2{,}51 \times 10^{-4}$
Ti	$3{,}55 \times 10^{-6}$	Be	1×10^{-7}

2. Расчет коэффициента региональной водной миграции химических элементов.

Для расчета коэффициентов водной миграции химических элементов используют данные о кларках химических элементов в литосфере (Приложение 1). Результаты расчета заносятся в таблицу 3.1.

Таблица 3.1. Результаты расчета коэффициента водной миграции химических элементов

Химический элемент	Содержание в водах ландшафта ($m_л$),г/дм^3	Содержание (кларк) в литосфере (Сл), %	Коэффициент водной миграции (Кх)
Cl	$7{,}35 \times 10^{-3}$	0,02	245,00
B	$3{,}77 \times 10^{-5}$	0,0012	20,94
Ca	$1{,}66 \times 10^{-2}$	2,71	4,08
Na	$1{,}09 \times 10^{-2}$	2,01	3,62
Sr	$4{,}75 \times 10^{-5}$	0,029	1,09
K	$2{,}25 \times 10^{-3}$	2,4	0,63
P	$7{,}18 \times 10^{-5}$	0,07	0,68
Cu	$4{,}63 \times 10^{-6}$	0,0046	0,67
Al	$1{,}47 \times 10^{-4}$	8,14	0,01
Ti	$3{,}55 \times 10^{-6}$	0,32	0,01
Br	$1{,}09 \times 10^{-5}$	0,00021	34,60
J	$1{,}2 \times 10^{-5}$	0,00005	160,00
Mg	$8{,}07 \times 10^{-3}$	1,79	3,01
F	2,2 × 10-4	0,05	2,93
Zn	$3{,}76 \times 10^{-5}$	0,0076	3,30
Mn	$4{,}24 \times 10^{-5}$	0,077	0,37
Ni	$4{,}92 \times 10^{-6}$	0,0058	0,57
Co	$4{,}1 \times 10^{-7}$	0,0023	0,12
Fe	$2{,}51 \times 10^{-4}$	4,37	0,04
Be	1×10^{-7}	0,00035	0,19

3. Графическая интерпретация результатов расчета (построение графика коэффициента водной миграции).

По результатам расчетов коэффициента водной миграции (таблица 3.1) производят построение графика значений коэффициента водной миграции химических элементов для конкретного типа ландшафта. Для наглядности при построении графика химические элементы располагаются в порядке убывания значения коэффициента водной миграции (Кх) (рис. 3.1).

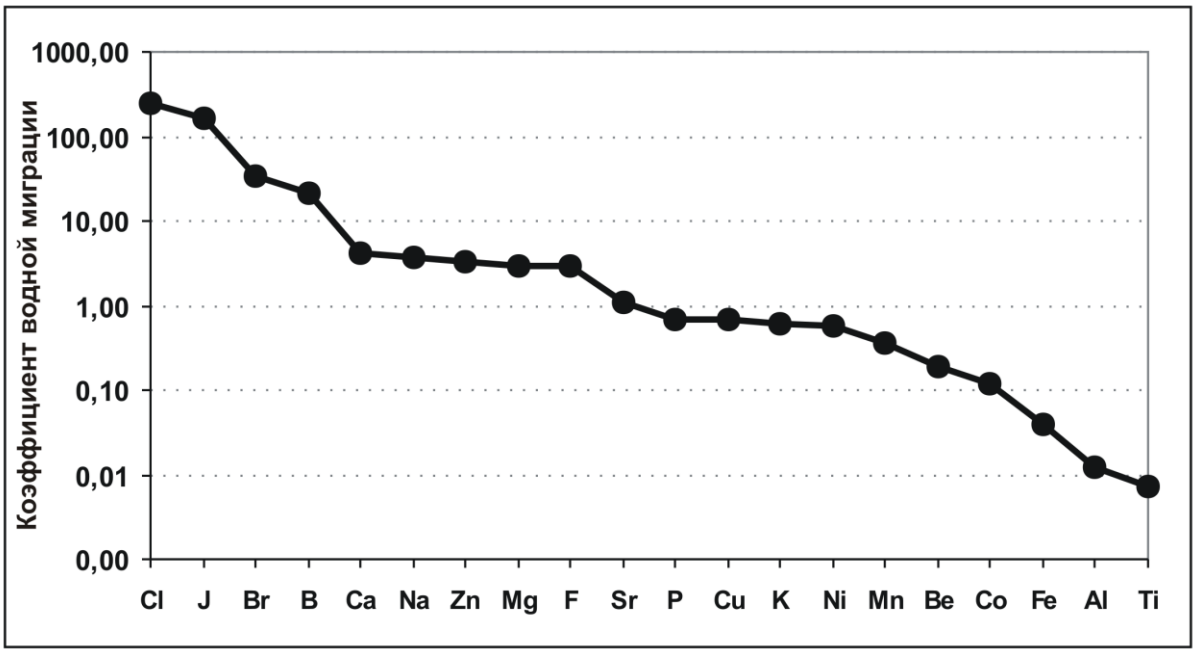


Рисунок 3.1. Коэффициент водной миграции химических элементов (тропический ландшафт)

4.Вывод по результатам расчетно-графической работы.

Анализ расчета коэффициента водной миграции для тропического ландшафта показывает следующее:

- элементы очень сильной миграции - Cl, I, Br, B;
- элементы сильной миграции - Ca, Na, Zn, Mg, F, Sr;
- элементы средней миграции - P, Cu, K, Ni, Mn, Co;
- элементы слабой и очень слабой миграции - Fe, Al, Ti.

Расчетно-графическая работа № 4. «Эколого-геохимическая оценка условий миграции химических элементов в водных потоках рассеивания».

4.1.Краткие теоретические сведения

Геохимическая миграция - перемещение атомов химических элементов в земной коре, обычно ведущее к их рассеянию или концентрации.

Процессы рассеивания и концентрирования химических элементов, закономерности которых определяются законами физики и химии (диффузия, растворение, осаждение, сорбция, десорбция, испарение, химическим взаимодействие и т.д.), называются ***физико-химической миграцией*.**

Необходимость прогнозирования поведения химических элементов в водной среде требуется при эколого - геохимической оценке рассеивания и накопления химических элементов в объектах окружающей среды (водах, почвах, донных отложениях).

Химические свойства элементов играют ведущую роль при их миграции в зоне гипергенеза. В зоне гипергенеза миграция химических элементов главным образом осуществляется в относительно разбавленных водных растворах при сравнительно низкой температуре (0 - 25° С) и постоянном давлении, равном на поверхности земной коры 10^6 Па.

Вследствие этого, основными свойствами, обеспечивающими миграцию элементов в водной среде, является ***растворимость их соединений и способность к обменным реакциям с другими компонентами водного раствора***. Особый интерес в данном случае представляют реакции, продуктами которых являются трудно растворимые соединения, лимитирующие наиболее активный этап водной миграции химических элементов. Образование трудно растворимых соединений в процессах физико-химической миграции приводит к возникновению физико-химических геохимических барьеров.

Химические условия водной миграционной среды определяются ***кислотно-основными условиями (показатель pH) и окислительно-восстановительной обстановкой (показатель Eh).***

Термодинамические расчеты с использованием величин ***свободной энергии химической реакции (энергии Гибсса) ($\Delta G_{o\ реакции}$)*** позволяют оценивать устойчивость различных минеральных форм химических элементов при изменении кислотно-основных и окислительно - восстановительных условий [5].

Согласно закону действия масс, направление химической реакции зависит от концентрации реагирующих веществ и продуктов реакции. Химическая система считается равновесной, если скорости протекания прямой и обратной реакции равны.

В состоянии равновесия химическая система характеризуется показателем, получившем название ***термодинамической константы равновесия химической реакции (К)*:**

$$\frac{[D]^d \cdot [E]^e}{[B]^b \cdot [C]^c} = K \qquad (4.1)$$

где B, C - реагирующие вещества;

D, E - продукты реакции;

b,c,d,e - число молей (стехиометрические коэффициенты в уравнении химической реакции).

Если рассматривать любую химическую реакцию с точки зрения изменения энергии, то равновесное состояние химической реакции определяется соотношением:

$$\Sigma_{\text{свободная энергия продуктов реакции}} - \Sigma_{\text{свободная энергия реагентов}} = 0 \qquad (4.2)$$

В химической термодинамике принято считать, что стандартная свободная энергия образования стабильной модификации элемента в стандартном состоянии равна 0. Нулю приравнивается и свободная энергия образования иона водорода H^+ в водных растворах.

За стандартное состояние принимается температура 298.15°К (25, 5° С) и давлении в 1 атм. Величины стандартных свободных энергий образования веществ приводятся в специальных справочниках. Данные, необходимые для выполнения лабораторной работы приведены в Приложении 4.

Стандартная свободная энергия реакции есть сумма свободных энергий образования продуктов реакции в их стандартном состоянии ($\Sigma\Delta G^o_{\text{обр. продуктов реакции}}$) за вычетом суммы свободных энергий образования исходных реагирующих веществ в их стандартном состоянии ($\Sigma\Delta G^o_{\text{обр. реагентов}}$):

$$\Delta G^o_{\text{реакции}} = \Sigma\Delta G^o_{\text{обр. продуктов реакции}} - \Sigma\Delta G^o_{\text{обр. реагентов}} \qquad (4.2)$$

Стандартная свободная энергия реакции связана с константой равновесия К равенством:

$$\Delta G^o_{\text{реакции}} = - R \cdot T \cdot \ln K \qquad (4.3)$$

При значении универсальной газовой постоянной R = 0,008314 Дж/моль ·К, Т = 298.15°К :

$$\Delta G^o_{\text{реакции}} = - 5{,}7 \lg K \qquad (4.4)$$

Для окислительно-востановительных реакций стандартная свободная энергия реакции определяется соотношением:

$$\Delta G^{o}_{\text{реакции}} = n \cdot E_0 \cdot F \qquad (4.5)$$

где n - число участвующих в реакции электронов;

E_0 - стандартный окислительный потенциал реакции (при концентрации реагирующих веществ 1 М);

F - число Фарадея, кДж/в г-экв (F = 96,39 кДж/в г-экв).

Для условий, отличающихся от стандартных, окислительный потенциал реакции (Eh) определяется уравнением Нернста:

$$Eh = E_0 + R \cdot T \cdot \ln K / n \cdot F$$

После подстановки значений постоянных величин R,T,F:

$$Eh = E_0 + \frac{0.059}{n} \lg K \qquad (4.6)$$

Для химических реакций, приводящих к образованию малорастворимых соединений термодинамическая константа равновесия химической реакции представляет собой ***произведение концентраций ионов*** в растворе над образовавшимся осадком **KmAn.** Эта величина получила название ***произведение растворимости (ПР)*:**

$$ПР = [K^{n+}]^m \cdot [A^{m-}]^n \qquad (4.7)$$

Значения ПР для малорастворимых веществ приводятся в специальных справочниках. Данные, необходимые для выполнения лабораторной работы приведены в Приложении 5.

Результаты термодинамических расчетов условий протекания химических реакций в водной среде нашли в настоящее время широкое применение для оценки условий физико-химической миграции химических элементов и формирования физико-химических геохимических барьеров. Результаты таких расчетов для наглядности изображаются в виде диаграмм «pH – Eh».

Результаты термодинамических расчетов условий протекания химических реакций в водной среде нашли в настоящее время широкое применение для оценки условий физико-химической миграции химических элементов и формирования физико-химических геохимических барьеров. Результаты таких расчетов для наглядности изображаются в виде диаграмм «pH – Eh».

4.2. Пример выполнения и оформления расчетно-графической работы

Выполнение лабораторной работы рассмотрим на примере оценки поведения железа Fe в водных миграционных потоках. Основные химические процессы, характеризующие поведение Fe в водной среде описываются следующими химическими реакциями:

$Fe^{2+} \Leftrightarrow Fe^{3+} + e$ (4.8)

$Fe^{2+} + 2H_2O \Leftrightarrow Fe(OH)_{2тв} + 2H^+$ (4.9)

$Fe(OH)_3 \Leftrightarrow Fe^{3+} + OH^-$ (4.10)

$Fe^{2+} + 3H_2O \Leftrightarrow Fe(OH)_{3тв} + 3H^+ + e$ (4.11)

$Fe(OH)_2 + H_2O \Leftrightarrow Fe(OH)_{3тв} + H^+ + e$ (4.12)

Определение границ устойчивости воды в условиях биосферы

Границы устойчивости воды, зависящие от термодинамических условий, определяются процессами ее разложения, описываемые двумя химическими уравнениями:

$2\ H_2O_{жидк} \Leftrightarrow O_{2газ} + 4H^+ + 4e$ (4.12)

$H_{2газ} + 2\ OH^- \Leftrightarrow 2\ H_2O_{жидк} + 2e$ (4.13)

Для уравнения (4.12) окислительный потенциал Eh определяется уравнением:

$$Eh = E_0 + \frac{0{,}059}{4}\lg\frac{[\text{продукты реакции}]}{[\text{исходные вещества}]} = E_0 + \frac{0{,}059}{n}\lg\frac{P_{O_2}[H^+]^4}{[H_2O]^2} \qquad (4.14)$$

где P_{O2} - парциальное давление кислорода (для газов вместо концентраций используются в термодинамических расчетах их парциальные давления);

$[H^+]$, $[H_2O]$ - концентрации ионов водорода и воды, г-экв/дм^3

Существует правило, согласно которому в химической системе значение концентрации веществ, находящихся в жидком или твердом агрегатном состоянии в расчетах константы равновесия принимают равными 1.

Парциальное давление кислорода также принимается равным 1, т.к. реакция происходит в открытой системе при атмосферной давлении.

Тогда уравнение (4.14) принимает вид:

$$Eh = E_0 + \frac{0.059}{4}\cdot\lg[H^+]^4$$

или

$$Eh = E_0 - 0.059\,pH \qquad (4.15)$$

Для нахождения численного значения E_0 используем данные Приложения 6 (Стандартные электродные потенциала). E_0 для реакции (4.12) равно 1,228 в. Окончательно получаем:

$$Eh = 1.228 - 0.059pH \qquad (4.16)$$

Для реакции (4.13):

$$E_h = E_0 + \frac{0.059}{2} \cdot \lg \frac{[H_2O]^2}{P_{H_2}[OH^-]^2} = E_0 + 0{,}059\,pOH \qquad (4.17)$$

Значение E_0 для реакции (4.13) равно – 0,826 в (Приложение 6). Учитывая, что pOH = 14 - pH, уравнение (4.17) принимает вид

$$Eh = - 0.826 + 0.826 - 0.059pH = - 0.059pH \qquad (4.18)$$

Определение условий образования катионов Fe^{2+} и Fe^{3+}

Реакция растворения $Fe(OH)_3$ с образованием иона Fe^{3+}описывается уравнением (4.10):

$$Fe(OH)_3 \Leftrightarrow Fe^{3+} + 3OH^-$$

Значение произведения растворимости $Fe(OH)_3$ равно $3{,}8 \cdot 10^{-38}$ (Приложение 5):

$$ПР = [Fe^{3+}] \cdot [OH^-]^3 = 3{,}8 \cdot 10^{-38}$$

Логарифмируя полученное выражение и учитывая, что -lg[OH] = pOH = 14-pH получим:

$$pH = 14 - (\lg[Fe^{3+}] - \lg 3{,}8 \cdot 10^{-38})/3$$

Нерастворимым веществом условно считается вещество, концентрация которого в растворе в равновесии с осадком не превышает 10^{-6} г-ион/л.

Принимая концентрацию иона Fe^{3+} равную 10^{-6} г-ион/л, определим значение pH при котором ионы Fe^{3+} будут связаны в нерастворимый гидроксид железа $Fe(OH)_3$:

$$pH = 14 - (\lg 10^{-6} - \lg 3{,}8 \cdot 10^{-38})/3 = 3{,}53 \qquad (4.20)$$

Растворение Fe(OH)2 с образованием ионов Fe^{2+}описывается уравнением (4.9):

$$Fe(OH)_2 \Leftrightarrow Fe^{2+} + 2OH^-$$

Значение произведения растворимости $Fe(OH)_2$ равно $1\cdot10^{-15}$ (Приложение 5):

$$ПР = [Fe^{2+}]\cdot[OH^-]^2 = 1\cdot10^{-15}$$

Логарифмируя полученное выражение и учитывая, что -lg[OH] = pOH = 14-pH получим:

$$pH= 14 – (lg[Fe^{2+}] – lg1\cdot10^{-15})/2$$

Нерастворимым веществом условно считается вещество, концентрация которого в растворе в равновесии с осадком не превышает 10^{-6} г-ион/л.

Принимая концентрацию иона Fe^{2+} равную 10^{-6} г-ион/л, определим значение pH при котором ионы Fe^{2+} будут связаны в нерастворимый гидроксид железа $Fe(OH)_3$:

$$pH= 14 – (lg10^{-6} – lg1\cdot10^{-15})/2 =9,5 \qquad (4.21)$$

Реакция растворения $Fe(OH)_3$ с образованием иона Fe^{2+}описывается уравнением (4.11):

$$Fe^{2+} + 3H_2O \Leftrightarrow Fe(OH)_{3тв} + 3H^+ + e$$

$$\Delta G^0{}_{реакции} = [\ \Delta G^0{}_{обр}(Fe(OH)_3) + 3\Delta G^0{}_{обр}(H^+)\ ] - [\ \Delta G^0{}_{обр}(Fe^{2+}) + 3\Delta G^0{}_{обр}(H_2O)\ ]$$

$\Delta G^o{}_{реакции}$ = [(-699,6) + 3(0)] – [(-84,854) + 3(-236,9642)] = 96,134 кДж

$$E_h = E_0 + 0.059\lg\frac{[H^+]^3}{[Fe^{2+}]} = E_0 - 0.177\,pH - 0.059\lg[Fe^{2+}]$$

$$E_0 = \frac{\Delta F^0{}_{реакции}}{n\cdot F} = \frac{96.134}{96.39} = 0{,}997в$$

$$Eh = 0.997 - 0.177\,pH - 0.059\lg[Fe^{2+}]$$

Задавшись границей растворимости $Fe(OH)_3$ концентрацию $[Fe^{2+}]=10^{-6}$ г-ион/л получаем уравнение, характеризующее условия растворения:

$Eh = 0.997 - 0.177pH - 0.059\lg 10^{-6} = 1.351 - 0.177pH$ (4.22)

Граница устойчивости катионов Fe^{3+} и Fe^{2+} определяется уравнением (4.8):

$$Fe^{2+} \Leftrightarrow Fe^{3+} + e$$

При условии равновесия $[Fe^{3+}] = [Fe^{2+}]$, $\lg [Fe^{3+}]/[Fe^{2+}]=0$. В этом случае $Eh = E_0=0{,}771$ в (Приложение 6).

Итоговое уравнение:

$Eh = 0.771$ в (4.23)

Определение условий образования гидроксидов $Fe(OH)_2$ и $Fe(OH)_3$

Условия существования гидроксидов железа в зависимости от окислительно-восстановительных и кислотно-основных условий описываются уравнением (4.12):

$$Fe(OH)_{2тв} + H_2O \Leftrightarrow Fe(OH)_{3тв} + H^+ + e$$

Все вещества, кроме иона H+ находятся в жидком (вода) и твердом (гидроксиды железа) состоянии:

$$E_h = E_0 + 0.059\lg\left[H^+\right] = E_0 - 0.059\,pH$$

Для определения значения стандартного окислительно – восстановительного потенциала этой реакции воспользуемся уравнением, связывающим значение E_0 с изменением стандартной свободной энергии химической реакции $\Delta G^o_{реакции}$.

Значение $\Delta G^o_{реакции}$ рассчитаем используя уравнение:

$$\Delta G^0_{реакции} = \left[\ \Delta G^0_{обр}\left(Fe(OH)_3\right) + \Delta G^0_{обр}\left(H^+\right)\ \right] - \left[\ \Delta G^0_{обр}\left(Fe(OH)_2\right) + \Delta G^0_{обр}\left(H_2O\right)\ \right]$$

Данные по стандартной энергии образования веществ, участвующих в реакции приведены в Приложении 4:

$\Delta G^o_{реакции} = [(-699{,}6) + (0)] - [(-479{,}7) - (-236{,}9642)] = 17{,}06$ кДж

$$E_0 = \frac{\Delta G^0_{реакции}}{n \cdot F} = \frac{17{,}06}{1 \cdot 96.39} = 0{,}177в$$

Итоговое уравнение:

$$E_h = 0.177 - 0.059\,pH \qquad (4.24)$$

Графическое определение условий устойчивости форм железа в водной среде (построение диаграммы pH – Eh)

Для графического определения условий устойчивости различных форм железа в водной среде построим диаграмму «pH – Eh» (рис.4.1).

Порядок построения диаграммы следующий:

1.По уравнениям (4.17) и (4.19) задаваясь различными значениями pH построим на диаграмме границы устойчивости воды (рис.4.1, прямые 1 и 2).

2.По уравнению (4.24), задаваясь различными значениями pH построим границу между условиями образования $Fe(OH)_2$ и $Fe(OH)_3$ (рис.4.1, прямая 3).

3.Проведем горизонтальную линию Eh = 0,771 в, соответствующую граничным условиям существования Fe^{2+} и Fe^{3+} (прямая 4). Выше этой линии в растворе будут присутствовать только ионы Fe^{3+}.

4.Проведем из точки pH=3,53 на линии абсцисс вертикальную прямую (прямая 5). Область выше и левее линий pH=3,53 и Eh = 0,771 в, соответствует области существования иона Fe^{3+}.

5.Из точки пересечения pH=3,53 и Eh = 0,771 проведем прямую, построенную по уравнению (4.22), определяющую границу существования $Fe(OH)_3$ и Fe^{2+} (рис.4.1, прямая 6). Левее этой линии в воде будет присутствовать Fe^{2+} (растворение гидроксида с образованием иона Fe^{2+}).

6.Проведем из точки pH=9,5 на линии абсцисс вертикальную прямую (прямая 7). Область выше и левее линий pH=9,5 соответствует области существования иона Fe^{2+}.

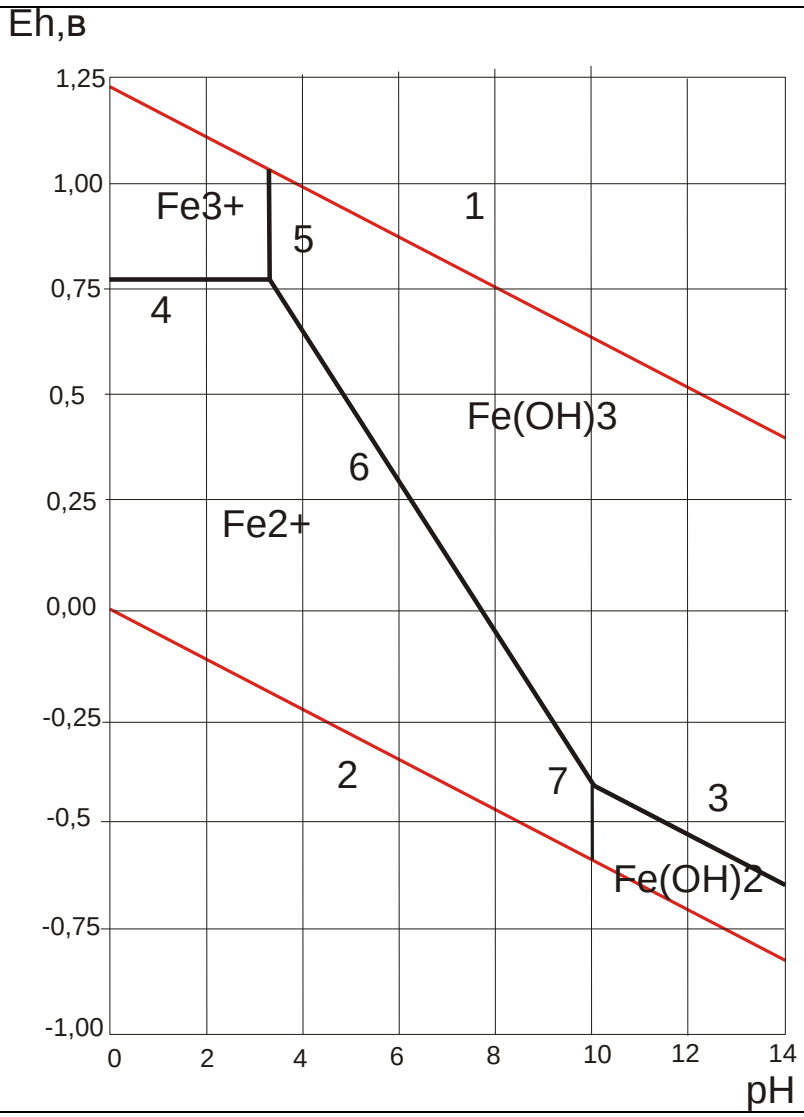


Рисунок 4.1. Кислотно-основные и окислительно-восстановительные условия миграции железа в водном потоке рассеивания

Анализ полученной сводной диаграммы соединений железа в воде (водных потоках рассеивания) показывает резкую ограниченность условий существования иона трехвалентного железа.

Только в очень кислых (pH ≤ 3,53) и сильно окислительных условиях (Eh >0,77 в) концентрация этого иона становится ощутимой (более 10^{-6} г-ион/л).

В данной системе вся "растворимое" железо почти целиком обусловлено концентрацией иона двухвалентного железа, поле которого в восстановительной обстановке глубоко проникает в поля устойчивости твердых веществ.

Высокая устойчивость $Fe(OH)_3$ с очевидностью доказывается размерами его поля, которое охватывает диапазон от умеренно кислой окислительной среды, до сильно восстановительных нейтральных и щелочных условий.

Расчетно-графичекая работа №5" Эколого-геохимическая оценка воздействия горного производства на окружающую среду"

Целью эколого-геохимической оценки воздействия горного предприятия на окружающую среду является определение уровня геохимического загрязнения объектов окружающей среды на территории, попадающей в зону воздействия предприятия.

5.1.Краткие теоретические сведения

Геохимическое загрязнение объектов окружающей среды выражается в изменении их химического состава по сравнению со средне фоновым, характерным для данного типа ландшафта.

Причиной геохимического загрязнения окружающей среды при функционировании горного предприятия являются процессы рассеивания химических элементов, входящих в состав добываемой горной массы, а также химических веществ применяемых или образующихся в технологических процессах добычи, обогащения, переработки горной массы, складировании или утилизации отходов производства.

В результате рассеивания загрязняющих веществ в окружающей среде образуются геохимические аномалии.

Геохимические аномалии всегда связаны с природными или техногенными источниками геохимического воздействия на окружающую среду.

Природные геохимические аномалии(геохимические ореолы рассеивания) в горно-промышленных районах связаны с процессами рассеивания химических элементов из месторождений и проявляются в виде повышенных концентраций, характерных для месторождения элементов, в почво - грунтах, донных отложениях водоемов, поверхностных и подземных водах, растительности.

Техногенные геохимические аномалии связаны с рассеиванием химических элементов и соединений при осуществлении технологических процессов добычи, обогащения, переработки, складирования и транспортировки горной массы и отходов производства. Проявляются в виде повышенных концентраций химических элементов добываемой горной массы и химических соединений, применяемых или образующихся при добыче и переработке горной массы, в почво-грунтах, снеговом покрове, донных отложениях водоемов, поверхностных и подземных водах, растительности на территории ,попадающей в зону воздействия горного предприятия.

Геохимические аномалии (природные и техногенные) характеризуются:

- качественно - составом (ассоциацией) химических элементов или химических соединений;
- количественно - степенью концентрирования элемента (элементов) в геохимической аномалии по отношению к фоновому содержанию.

Уровень геохимического воздействия горного предприятия на объекты окружающей среды зависит от качественного состава потоков рассеивания, формирующихся при функционировании горного предприятия. Наибольшую опасность представляют содержащиеся в горной массе геохимически активные химические элементы. К ним относятся обычно химические элементы имеющие низкие кларки в фоновых условиях, поэтому повышение их содержания в объектах окружающей среды, связанное с геохимическим загрязнением, приводит к негативным последствиям для биоценозов природно-территориальных комплексов (невозможность быстрой адаптации к повышенным концентрациям).

Наиболее опасным является загрязнение основных жизнеобеспечивающих сред (воздух, вода, почвы) "тяжелыми металлами": Cu, Zn, Cd, Hg, As, Sb, Cr, Ni, Mn, Se, Tl, Te, Co, Mo, Pb.

Добыча и последующая переработка горной массы формирует техногенные миграционные потоки рассеивания, состав которых определяется не только начальным составом горной массы, но и закономерностями применяемых технологических процессов, которые изменяют качественный состав техногенных потоков.

Материальный баланс добычи и переработки горной массы позволяет оценить распределение геохимически активных элементов в технологических стадиях производства и образующихся отходах, охарактеризовав их как потенциальные источники геохимического загрязнения.

Для расчета материального баланса необходима информация о количестве технологических потоков и их химическом составе.

Прогнозная оценка уровня геохимического загрязнения объектов окружающей среды выполняется на основе информации о количественном и качественном составе потоков рассеивания, фоновом содержании химических элементов-загрязнителей и закономерностях рассеивания загрязняющих веществ в условиях конкретного ландшафта.

5.2. Пример выполнения и оформления расчетно-графичекой работы

Лабораторная работа выполняется по индивидуальному заданию, в состав которого входят:

- характеристика предприятия и реализуемых на нем технологических процессов добычи, переработки и использования полезного ископаемого;
- данные о количественном и качественном составе технологических потоков сырья, готовой продукции, отходов производства;
- химический состав полезного ископаемого и вскрышных пород;
- фоновый химический состав объектов природно-территориального комплекса.

Выполнение лабораторной работы разбивается на следующие этапы:

1.Расчет материальных потоков сырья, готовой продукции и отходов переработки.

2.Оценка уровня геохимического загрязнения объектов природной среды, попадающей в зону воздействия предприятия.

Исходные данные.

Горное предприятие – карьер, добывающий каменный уголь. Добытый уголь потребляется на местной теплоэлектростанции, снабжающей электроэнергией и теплом промышленные предприятия и населенные пункты района.

Ежегодная добыча горной массы в карьере составляет 1760 тыс.тонн, в том числе угля 420 тыс.тонн, вскрышных пород 1340 тыс.тонн. Вскрышные породы складируются в непосредственной близости от карьера на его западном борту, уголь железнодорожным транспортом транспортируется на ТЭС. Период работы карьера 10 лет.

Химический состав вскрышных пород и угля приведен в таблице

Содержание микроэлементов в полезном ископаемом ($m_i^у$) и вскрышных породах ($m_i^в$), г/т

Элемент	Уголь	Вскрыша	Элемент	Уголь	Вскрыша
Cu	19	27	Bi	0.5	0.6
Zn	45	64	Ba	470	280
Pb	16	24	S	60 100	62 500
Ni	13	22	Sc	100	74
Co	16	23	Ti	15 960	14 200
Cr	60	118	Li	56	61
V	59	106	Be	9	16
Mo	0,9	1,2	Ge	8,1	6,7
Ag	0,005	0,007	Hg	3	1,2
Mn	106	191	Sr	213	69
W	3	2	Sn	6	8

При добыче, транспортировке и складировании горной массы в отвалы формируется воздушный поток рассеивания с удельным расходом b_1= 0.01 т/т добываемой горной массы. Выпадение взвешенных частиц из воздушного потока рассеивания происходит на территории, центром которой является карьер. На этой территории (радиус 2,5 км) выпадает 30% общей массы взвешенных частиц горной массы, остальное количество пыли участвует в формировании фонового загрязнения атмосферы.

Почвы территории расположения карьера подзолистые, содержание микроэлементов соответствует среднефоновому содержанию, характерному для почв этого типа (Приложение 7).

Необходимо оценить возможный уровень загрязнения почв территорий, попадающих в зону воздействия горных работ в карьере.

Расчет материальных потоков сырья, готовой продукции и отходов

В процессе функционирования карьера формируются следующие материальные потоки.

За все время работы карьера (10 лет) будет добыто горной массы:

- угля Му= 420 · 10 = 4 200 тыс.т = 4 200 000 т
- вскрышных пород Мв=1 340 ·10 = 13 400 тыс.т = 13 400 000 т

Состав воздушного потока рассеивания по элементам рассчитывается как:

$$m_i^p = (m_i^y + m_i^в)\cdot b_1 \text{ , т} \qquad (5.1)$$

где m_i^p - масса i-го элемента в воздушном потоке рассеивания, т;

m_i^y, $m_i^в$ - соответственно количество i-го элемента в угле и вскрыше, т;

$$m_i^y = M_y \cdot C_i^y \cdot 10^{-6}, \text{ т}$$

$$m_i^в = M_в \cdot C_i^в \cdot 10^{-6}, \text{ т}$$

C_i^y,$C_i^в$ - соответственно содержание i-го элемента в угле и вскрыше, г/т;

b_1 - удельный расход воздушного потока рассеивания, т/т.

Тогда (5.1) принимает вид:

$$m_i^p = (M_y\cdot C_i^y + M_в\cdot C_i^в)\cdot 10^{-6}\cdot b_1, \text{т}$$

Результаты расчета представлены в таблице 5.1.

Таблица 5.1.Количество химических элементов в потоке рассеивания

Элемент	m_i^p,т	Элемент	m_i^p,т
Cu	4,42	Sn	1,32
Zn	10,47	Bi	0,10
Pb	3,89	Ba	57,26
Ni	3,49	S	10899,20
Co	3,75	Sc	14,12
Cr	18,33	Ti	2573,12
V	16,68	Li	10,53
Mo	0,20	Be	2,52
Ag	0,00	Ge	1,24
Mn	30,05	Hg	0,29
W	0,39	Sr	18,19

Оценка уровня геохимического загрязнения объектов природной среды, попадающих в зону воздействия предприятия

Процесс добычи приводит к появлению воздушных потоков рассеивания горной массы, загрязняющих почвы в районе карьера.

При ведении горных работ возникает воздушный поток рассеивания горной массы, 30% которого оседает в радиусе (R= 2,5 км)от карьера (в соответствии с исходными данными). Площадь, попадающая в зону потенциального геохимического загрязнения, составит:

$S= \pi \cdot R^2$

$S = 3,14 \cdot 2500^2 = 19\ 600\ 000$ м^2

Наиболее интенсивно загрязняется верхний 10-ти см (h=0,1м) слой почвы.

Примем плотность (γ) венного слоя равной 1,5 т/м3, тогда масса загрязненного почвенного слоя составит:

$M_{пс} = S \cdot \gamma \cdot h$

$M_{пс} = 19\ 600\ 000 \cdot 0,1 \cdot 1,5 = 2\ 940\ 000$ т

Содержание химических элементов в почвенном слое зоны геохимического загрязнения определяется по формуле:

$$C_i^{nc} = \frac{c_i^{\phi} \cdot M_{nc} + k \cdot m_i^{p} \cdot 10^6}{M_{nc}}, г/т$$

где $C_i^{ф}$ - фоновое содержание химического элемента в почве (Приложение 7)

к - коэффициент, учитывающий долю выпадающего на почву химического элемента из потока рассеивания (в соответствие с исходными данными для горных работ k = 0,3)

Результаты расчетов записываются в таблицу 5.2

В таблицу также заносятся рассчитанные коэффициенты концентрации ($С_к^i$) для элементов в почвенном слое:

$$c^k{}_i = \frac{c_i^{nc}}{c_i^{\phi}}$$

Таблица 5.2

Элемент	Кларк почвы, г/т	Содержание в почве, г/т	Кларк концентрации в ГХА
Cu	15,3	15,75	1,03
Zn	41,3	42,37	1,03
Pb	11,5	11,90	1,03
Ni	23,2	23,56	1,02
Co	8,4	8,78	1,05
Cr	180	181,87	1,01
V	63,5	65,20	1,03
Mo	1,7	1,72	1,01
Ag	0,1	0,10	1,00
Mn	715	718,06	1,00
W	2	2,04	1,02
Sn	2,9	3,03	1,05
Bi	0,25	0,26	1,04
Ba	50	55,84	1,12
S	720	**1830,75**	**2,54**
Sc	18	19,44	1,08
Ti	4045	4307,23	1,06
Li	23,5	24,57	1,05
Be	1,5	1,76	1,17
Ge	2	2,13	1,06
Hg	0,01	**0,04**	**3,92**
Sr	238	239,85	1,01

Анализ полученных результатов показывает, что во всех зонах потенциального геохимического загрязнения почвенного слоя будут формироваться геохимические аномалии ртути Hg и серы S , что связано с повышенным их содержанием в добываемой горной массе. По другим химическим элементам образование геохимических аномалий в почвах не произойдет.

Словарь терминов

Геохимическая аномалия - статистически достоверное отклонение содержания тех или иных элементов в точках опробования от геохимического фона объекта.

Геохимическая миграция - перемещение атомов химических элементов в земной коре, обычно ведущее к их рассеянию или концентрации.

Геохимический спектр - графическая интерпретация кларков концентрации для рассматриваемого геохимического объекта.

Кларк концентрации химического элемента ($К=C_i/K_i$) - отношение содержания химического элемента в данной геохимической системе (Ci) к его кларку в эталонной геохимической системе (Ki):

Кларк химического элемента - среднее содержание химического элемента в земной коре, гидросфере, атмосфере, Земле, космических телах, геохимических или космохимических системах и др., по отношению к общей массе этой системы. Значения кларков выражаются в % или г/т.

Коэффициент биологического поглощения или коэффициент биофильности ($К_б$) – показатель, характеризующий степень избирательности поглощения растениями химических элементов и представляет собой отношение содержания химического элемента в золе растений ($С_з$, %) к его содержанию в почвах или горных породах ($С_п$,%).

Коэффициент водной миграции (K_x) - отношение содержания химического элемента в минеральном остатке воды к его содержанию в водовмещающих породах или к кларку земной коры. Применяется для оценки интенсивности водной миграции химических элементов.

Приложение 1. Кларки химических элементов в литосфере

Атомный номер	Элемент	Кларк литосферы		Атомный номер	Элемент	Кларк литосферы	
		г/т	%			г/т	%
1	H	1600	0,16	34	Se	0,05	0,000005
3	Li	27	0,0027	35	Br	2,1	0,00021
4	Be	3,5	0,00035	37	Rb	110	0,011
5	B	12	0,0012	38	Sr	290	0,029
6	C	2700	0,27	39	Y	28	0,0028
7	N	20	0,002	40	Zr	170	0,017
8	O	479000	47,9	41	Nb	16	0,0016
9	F	500	0,05	42	Mo	1,1	0,00011
11	Na	20100	2,01	47	Ag	0,07	0,000007
12	Mg	17900	1,79	48	Cd	0,2	0,00002
13	Al	81400	8,14	49	In	0,1	0,00001
14	Si	295000	29,5	50	Sn	2,5	0,00025
15	P	700	0,07	51	Sb	0,2	0,00002
16	S	1000	0,1	52	Te	0,001	0,0000001
17	Cl	200	0,02	53	I	0,5	0,00005
19	K	24000	2,4	55	Cs	4	0,0004
20	Ca	27100	2,71	56	Ba	580	0,058
21	Sc	16	0,0016	57	La	34	0,0034
22	Ti	3200	0,32	72	Hf	4	0,0004
23	V	110	0,011	73	Ta	2,5	0,00025
24	Cr	99	0,0099	74	W	1,3	0,00013
25	Mn	770	0,077	79	Au	0,0043	0,00000043
26	Fe	43700	4,37	80	Hg	0,083	0,0000083
27	Co	23	0,0023	81	Tl	0,7	0,00007
28	Ni	58	0,0058	82	Pb	16	0,0016
29	Cu	46	0,0046	90	Th	12	0,0012
30	Zn	76	0,0076	92	U	3	0,0003
31	Ga	19	0,0019				
32	Ge	1,5	0,00015				
33	As	1,7	0,00017				

Приложение 2. Кларки химических элементов в почвах мира

Атомный номер	Элемент	Кларк почв, мг/кг	Атомный номер	Элемент	Кларк почв, мг/кг
3	Li	30	28	Ni	40
4	Be	6	29	Cu	20
5	B	10	30	Zn	50
9	F	200	33	As	1
11	Na	6300	35	Br	5
12	Mg	6300	37	Rb	600
13	Al	71300	38	Sr	300
14	Si	330000	42	Mo	2
15	P	800	47	Ag	0,1
16	S	850	48	Cd	0,5
17	Cl	100	50	Sn	10
19	K	13600	53	I	5
20	Ca	13700	55	Cs	5
22	Ti	4600	56	Ba	500
23	V	100	79	Au	0,0043
24	Cr	200	80	Hg	0,01
25	Mn	850	82	Pb	10
26	Fe	38000	92	U	1
27	Co	10			

Приложение 3. Содержание химических элементов в золе растений

Атомный номер	Элемент	Содержание в золе, мг/кг	Атомный номер	Элемент	Содержание в золе, мг/кг
3	Li	11	28	Ni	50
4	Be	2	29	Cu	200
5	B	400	30	Zn	900
9	F	10	33	As	0,3
11	Na	20000	35	Br	150
12	Mg	70000	37	Rb	100
13	Al	14000	38	Sr	300
14	Si	150000	42	Mo	20
15	P	70000	47	Ag	1
16	S	50000	48	Cd	0,01
17	Cl	10	50	Sn	5
19	K	30000	53	I	50
20	Ca	30000	55	Cs	5
22	Ti	1000	56	Ba	500
23	V	61	79	Au	1
24	Cr	250	80	Hg	0,001
25	Mn	7500	82	Pb	10
26	Fe	10000	92	U	0,5
27	Co	15			

Приложение 4. Энергия образования химических соединений в стандартных условиях

Соединение	$\Delta G^o_{обр.}$, кдж/моль	Соединение	$\Delta G^o_{обр.}$, кдж/моль
HCO_3^-	-587,06	NO_3^-	-111,6
CO_3^{2-}	-528,1	NH_4OH	-264
H_2CO_3	-623,3	$CoCO_3$	-651
H2O	-236,94	$Co(OH)_2$	-456,1
OH^-	-157,3	CoS	-96,1
H^+	0,0	Co^{2+}	-51,5
HS^-	12,56	$Co(OH)_3$	-596,64
H_2S	-33,8	$FeCO_3$	-665,1
S^{2-}	83,7	Fe^{2+}	-84,94
SO_4^{2-}	-742,99	Fe^{3+}	-10,54
HSO_4^{2-}	-757	$Fe(OH)_2$	-479,7
$CdCO_3$	-674,5	$Fe(OH)_3$	-699,6
$Cd(OH)_2$	-473,8	FeS	-100,8
CdS	-153,2	$PbCO_3$	-625,9
Cd^{2+}	-77,74	Pb^{2+}	-24,31
$NiCO_3$	-661	PbS	-98,8
Ni^{2+}	-45,6	PbO_2	-218
$Ni(OH)_2$	-458,3	$MnCO_3$	-811,4
NiS	-76,9	Mn^{2+}	-223,4
Ni_3O_4	-731,37	$Mn(OH)_2$	-618,7
$Cu(OH)_2 \cdot CuCO_3$	-900,9	MnS	-219,4
$Cu(OH)_2$	-359,4	MnO_2	-466,7
Cu^{2+}	64,98	Mn_2O_3	-879.91
CuS	-53,6	Mn_3O_4	-1282.91
Cu_2O	-150,6	$Cr(OH)_3$	-867
NH_4^+	-79,5	Cr^{3+}	-223,1
NO_2^-	-37,1	CrO_4^{2-}	-729

Приложение 5. Произведение растворимости (ПР) гидроксидов металлов

Соединение	ПР	Соединение	ПР
$Al(OH)_3$	$1{,}00*10^{-32}$	$Fe(OH)_2$	$1{,}00*10^{-15}$
$Be(OH)_2$	$6{,}30*10^{-22}$	$Fe(OH)_3$	$3{,}80*10^{-38}$
$Bi(OH)_3$	$3{,}00*10^{-32}$	$Cr(OH)_3$	$6{,}70*10^{-31}$
$Ca(OH)_2$	$5{,}50*10^{-06}$	$Mn(OH)_2$	$2{,}10*10^{-12}$
$Cd(OH)_2$	$6{,}00*10^{-15}$	$Ni(OH)_2$	$1{,}00*10^{-17}$
$Co(OH)_2$	$2{,}00*10^{-16}$	$Zn(OH)_2$	$1{,}00*10^{-17}$
$Cu(OH)_2$	$2{,}20*10^{-20}$	$Pb(OH)_2$	$4{,}70\cdot10^{-16}$

Приложение 6. Стандартные электродные потенциалы окислительно-восстановительных реакций

Реакция	E_0,в	Реакция	E_0,в
$Fe^{2+} \Rightarrow Fe^{3+}+e$	0,771	$Cu \Rightarrow Cu^{2+} + 2e$	0,337
$H_2 + 2OH^- \Rightarrow 2H_2O+2e$	-0,828	$Co \Rightarrow Co^{2+} + 2e$	-0,267
$2H_2O \Rightarrow O_2 +4H_+ + 4e$	1,228	$Ni \Rightarrow Ni^{2+} + 2e$	-0,250
$Pb \Rightarrow Pb^{2+} +2e$	-0,126		

Приложение 7. Фоновое содержание химического элемента в почве

Элемент	Содержание, г/т	Элемент	Содержание, г/т
Li	23,5	Se	0,6
Be	1,5	Rb	110
B	5,8	Sr	238
Si	73000	Mo	1,7
P	0,8	Ag	0,1
S	720	Cd	0,7
Sc	18	Sn	2,9
Ti	4045	Sb	2
V	63,5	Te	0,01
Cr	180	I	0,005
Mn	715	Ba	50
Co	8,4	W	2
Ni	23,2	Au	0,001
Cu	15,3	Hg	0,01
Zn	41,3	Tl	1
Ga	30	Pb	11,5
Ge	2	Bi	0,25
As	3		

Перечень использованной литературы

1. Вернадский В.И. Химическое строение биосферы Земли и ее окружения. М., Наука, 1987, 348 с.
2. Перельман А.И. Геохимия. М.: Высшая школа, 1989.- 528 с.
3. Беус А.А., Грабовская Л.И., Тихонова Н.В. Геохимия окружающей среды. М.: Недра, 1976. – 248 с.
4. Добровольский В. В. Основы биогеохимии: Учебник для студ. высш. учеб, заведений. — М.: Издательский центр «Академия», 2003. — 400 с.
5. Р. М. Гаррелс, Ч. Л. Крайст. Растворы, минералы, равновесия. Издательство "Мир", М., 1968.

УЧЕБНОЕ ИЗДАНИЕ

Андрей Геннадьевич СТУДЕНОК, Геннадий Андреевич СТУДЕНОК

ГЕОХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Методические указания
к выполнению расчетно-графических работ
по дисциплине «Геохимия окружающей среды»
для студентов направления
20.03.01 «Техносферная безопасность»
профиля «Инженерная защита окружающей среды»

Редактор изд-ва *Ж. И. Пионтик*
Компьютерная верстка *Г. А. Студенка*

Подписано в печать 25.04.2017. Бумага писчая. Формат 60 × 84 1/16
Печать на ризографе. Гарнитура Times New Roman.
Печ. л. 2,75. Уч. изд. л. 2,0. Тираж 50. Заказ

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу _____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОРГАНИЗАЦИИ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ И ЗАДАНИЯ

ГЕОХИМИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Автор: Студенок А.Г. доцент, к.т.н.

Одобрен на заседании кафедры	Рассмотрен методической комиссией
Инженерной экологии	Инженерно-экономического факультета
(название кафедры)	*(название факультета)*
Зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Студенок Г.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 12.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

ОБЩИЕ МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ

В процессе изучения дисциплины «Геохимия окружающей среды» студенты должны изучить теоретический материал, выполнить расчетно-графические работу и другие, предусмотренные рабочей программой дисциплины, самостоятельные задания. По окончании изучения дисциплины предусмотрен экзамен.

Занятия по дисциплине «Геохимия окружающей среды» проводятся в форме лекций и практических (семинарских) занятий.

Цель лекции – формирование основы для последующего усвоения учебного материала.

Цель практических и семинарских занятий – оказание помощи студентам в изучении наиболее важных вопросов учебного курса, углубление и закрепление, систематизация соответствующих знаний студентов по предмету.

При изучении дисциплины «Геохимия окружающей среды» важную роль играет самостоятельная работа студентов, которая заключается в организации систематического изучения учебной дисциплины, закреплении и углублении полученных знаний и навыков, подготовке к предстоящим занятиям, а также в формировании культуры умственного труда и самостоятельном поиске новых знаний.

Для успешного изучения дисциплины и приобретения компетенций (см. программу дисциплины) студенты должны посетить аудиторные занятия, повторить материалы лекций, провести подготовку к практическим и семинарским занятиям, самостоятельно прочитать рекомендуемую основную и дополнительную литературу, подобрать и ознакомиться с понятийным аппаратом.

Выбор литературы для изучения делается обычно по программе дисциплины либо путем самостоятельного отбора.

Во время изучения литературы необходимо конспектировать и делать записи прочитанного. Такие записи способствуют лучшему осмыслению и усвоению, выработке навыков кратко и точно излагать материал.

Вся рекомендуемая для изучения курса литература подразделяется на основную и дополнительную. К основной литературе относятся источники, необходимые для полного и твердого усвоения учебного материала (учебники и учебные пособия). Необходимость изучения дополнительной литературы диктуется прежде всего тем, что в учебниках зачастую остаются неосвещенными современные проблемы, а также не находят отражение изменения в законодательстве и тенденции практики. Поэтому дополнительная литература рекомендуется для более углубленного изучения программного материала.

Перечень вопросов, подлежащий изучению, приведен в программе курса.

Теоретические знания, полученные в ходе прослушивания лекций, изучения основной и дополнительной литературы, участие в семинарских и практических занятиях позволяют студентам формировать всю полноту и объективность знаний.

Выполняя расчетно-графическую работу, другие письменные задания, студент учится самостоятельно работать с основной и дополнительной литературой, выявлять наиболее важные аспекты, углубленно и более детально изучать материалы по дисциплине и расширять свой кругозор.

Практические задачи, составляющие содержание практических занятий, расчетно-графической работы и других письменных заданий, помогут выработать умения и навыки применения теоретических знаний.

При постоянном, последовательном изучении всех тем дисциплины, активной работе на лекциях и практических (семинарских) занятиях студенту удается полностью освоить изучаемый предмет.

Степень и качество освоения курса будет зависеть от самодисциплины.

ВИДАМ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ

Самостоятельная работа студента состоит из следующих видов работ:

- повторение материалов лекций;
- самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины;
- ответы на вопросы для самопроверки (самоконтроля);
- подготовка к устному опросу;
- написание реферата и подготовка к его защите;
- работа с порталом электронных образовательных ресурсов;
- работа с литературой и интернет-ресурсами;
- тестирование.

Повторение материалов лекций предполагает их прочтение, запоминание основных терминов и определений, разбор смысла и содержания основных понятий, подготовку (запись) вопросов, которые остались неясными, непонятными. Поскольку не все важные вопросы достаточно полно раскрываются в лекциях, студент должен самостоятельно работать с учебными пособиями, дополняя конспект лекций.

Самостоятельное изучение отдельных тем дисциплины предполагает чтение основной и дополнительной литературы по соответствующей теме, изучение научных статей и материалов, подготовку конспекта.

Ответы на вопросы для самопроверки и для подготовки к устному опросу позволяют оценить объем теоретических знаний. Ответы на все вопросы позволяют перейти к материалам для практических и семинарских занятий. Если ответить на вопрос затруднительно, следует повторить теоретический материал и найти ответ в лекциях, дополнительной литературе.

Работа с порталом электронных образовательных ресурсов предполагает регулярное использование студентом различных учебно-методических материалов, размещенных на портале.

Работа с литературой и интернет-ресурсами дополняет учебную работу на лекциях и практических (семинарских) занятиях. Для начала рекомендуется изучение тех источников, которые указаны преподавателем, при необходимости следует расширить круг изучаемых источников. Работа с информацией - поиск информации в библиотеке, Интернете, отбор информации для решения конкретной учебной задачи. При работе с интернет-ресурсами следует иметь в виду, что качество некоторых материалов может быть не соответствующим необходимому уровню.

Тестирование позволяет провести проверку знаний отдельных тем курса и всей дисциплины в целом.

Выполнение домашних заданий предусмотрено в следующей форме:

написание реферата – подготовка доклада на определенную тему, включающего обзор соответствующих литературных и других источников или краткое изложение книги, научной работы, статьи, исследования;

Конкретные виды заданий по дисциплине «Геохимия окружающей среды» указаны далее.

Важнейшее требование для всех письменных работ - самостоятельность их выполнения.

Добросовестное выполнение данных методических указаний будет способствовать усвоению знаний, приобретению навыков практической деятельности, формированию указанных в программе учебной дисциплины компетенций.

Обоснование затрат времени на самостоятельную работу обучающихся (СРО)

Суммарный объем часов на СРО *очной формы обучения* составляет **100** часов.

№ п/п	Виды самостоятельной работы	Единица измерения	Норма времени, час	Расчетная трудоемкость СРО по нормам, час.	Принятая трудоемкость СРО, час.
Самостоятельная работа, обеспечивающая подготовку к аудиторным занятиям					
1	Повторение материала лекций	1 час	0,1-4,0	1,0х32=32	32
2	Самостоятельное изучение тем курса	1 тема	1,0-8,0	8,0х3=24	24
3	Подготовка к практическим (лабораторным, семинарским) занятиям	1 занятие	0,3-2,0	1,6х24=38,4	38
4	Подготовка к докладу, сообщению, аналитическому обзору	1 занятие	1,0-2,5	2,5х1=2,5	3
5	Выполнение расчетно-графической работы и подготовка к ее защите	1 работа	0,5-2,5	2,5х1=2,5	3
	Итого:				**100**

Тема 1. Геохимическое поле биосферы Земли.

Раздел 1.1.Химический состав объектов биосферы (литосфера, гидросфера, атмосфера, живое вещество). Формы нахождения химических элементов в биосфере. Геохимические аномалии.

Цель: закрепление и систематизация знаний по теме, разработка навыков работы с литературой.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

–Учебные пособия: Геохимия окружающей среды: учеб. пособие для вузов / В.А. Алексеенко, С.А. Бузмаков, М.С. Панин; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2013.-Режим доступа: www.geokniga.org; - Экология: геоэкология недропользования /под ред. А. Г. Милютина. - М. : Высшая школа, 2007. - 440 с.; - Геохимия : учебник для студентов геологических специальностей высших учебных заведений / А. И. Перельман. - 3-е изд. - Москва : URSS, 2016. - 532 с.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие геосферы слагают Землю как планету?
2. Какие основные химические элементы входят в состав литосферы Земли?
3. Какие основные химические элементы входят в состав гидросферы Земли?
4. Какие основные химические элементы входят в состав атмосферы Земли?
5. Что характеризует кларк химического элемента в объектах биосферы?
6. Какая связь существует между кларком химических элементов и количеством минеральных форм?
7. Геохимические классификации элементов Вернадского и Гольдшмидта.

8. Что представляет собой минеральная и безминеральные формы нахождения химических элементов в биосфере (примеры)?
9 По какому принципу определяются геохимические аномалии?

Раздел 1.2. Факторы миграции химических элементов в биосфере. Геохимические барьеры в биосфере. Процессы концентрирование химических элементов на геохимических барьерах.

Задания

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

–Учебные пособия: Геохимия окружающей среды: учеб. пособие для вузов / В.А. Алексеенко, С.А. Бузмаков, М.С. Панин; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2013.-Режим доступа: www.geokniga.org; - Экология: геоэкология недропользования /под ред. А. Г. Милютина. - М. : Высшая школа, 2007. - 440 с.; - Геохимия : учебник для студентов геологических специальностей высших учебных заведений / А. И. Перельман. - 3-е изд. - Москва : URSS, 2016. - 532 с.;- Геохимические барьеры и охрана окружающей среды: учебное пособие / Н. Г. Максимович, Е. А. Хайрулина ; Пермский государственный университет, Естественнонаучный институт. - Пермь: Пермский государственный университет, 2011.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Что представляет собой процесс миграции химических элементов в биосфере?
2. Что представляют собой внешние и внутренние факторы миграции химических элементов в биосфере?
3. Какие типы геохимических барьеров существуют в биосфере.
4. Основные принципы классификации физико-химических барьеров в биосфере.
5. С какими физико-химическими процессами связано формирования кислородного геохимического барьера?
6. Какие физико-химические процессы обуславливают формирование сульфидного геохимического?
7. Какие физико-химические процессы обуславливают формирование щелочного геохимического барьера?
8. Какие физико-химические процессы обуславливают формирование испарительных и сорбционных геохимических барьеров?

Тема 2.Геохимия природных ландшафтов

Раздел 2.1. Структурно-функциональные составляющие природных ландшафтов. Классификация природных ландшафтов

Домашнее устное задание:

1. Повторение материала лекций:

–Учебные пособия: Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. - М.: Астрея, 1999. – 768 с. - Геохимия окружающей среды: учеб. пособие для вузов / В.А. Алексеенко, С.А. Бузмаков, М.С. Панин; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2013.-Режим доступа: www.geokniga.org; - Геохимия : учебник для студентов геологических специальностей высших учебных заведений / А. И. Перельман. - 3-е изд. - Москва : URSS, 2016. - 532 с.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какие структурно - функциональные части составляют структуру ландшафта?
2. Какими процессами обусловлено функционирование ландшафта как единой материальной системы?

3. Какова роль аэро-и гидромасс ландшафта в его функционировании, как единой материальной системы?
4. Почему литомассы ландшафта называют его "сырьевой базой"?
5. Какие структурно- функциональные части ландшафта осуществляет трансформацию солнечной энергии в механическую и химическую виды энергии?
6. Что понимается под понятием "когерентность" при анализе процессов функционирования ландшафта?
7. В чем принципиальные отличия существующих структурно-генетической и геохимической классификаций ландшафтов?

Раздел 2.2. Процессы трансформации энергии в природных ландшафтах. Водный баланс ландшафта. Типизация природных ландшафтов. Биогеохимический круговорот атомов в ландшафте.
Раздел 2.3.Процессы выветривания в природных ландшафтах. Закономерности воздушной (атмосферной) и водной миграции химических элементов в ландшафтах. Геохимические процессы в природных ландшафтах.

1. Повторение материала лекций:

–Учебные пособия: Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. - М.: Астрея, 1999. – 768 с. - Геохимия окружающей среды: учеб. пособие для вузов / В.А. Алексеенко, С.А. Бузмаков, М.С. Панин; Перм. гос. нац. иссл. ун-т. – Пермь, 2013.-Режим доступа: www.geokniga.org; - Геохимия : учебник для студентов геологических специальностей высших учебных заведений / А. И. Перельман. - 3-е изд. - Москва : URSS, 2016. - 532 с.- Иванов В.В. Экологическая геохимия элементов. Справочник: в 6 кн., кн. 1 - М. Экология, 1995.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. С какими процессами трансформации энергии связано функционирование природных ландшафтов?
2. Характеристика процесса трансформации солнечной энергии в ландшафте.
3. На каких стадиях трансформации солнечной энергии происходит накопление и рассеяние химической энергии в ландшафтах?
4. Какими количественными показателями определяются основные типы водного баланса ландшафта?
5. С чем связано наличие двух циклов в биогеохимическом круговороте химических элементов в природных ландшафтах?
6. Какой процесс обуславливает тесную взаимосвязь биогеохимических циклов кислорода и углерода?
7. В чем обнаруживается существенное отличие биогеохимического цикла азота от циклов других биогенных элементов?
8.С какими основными природными факторами связаны процессы выветривания горных пород?
9. Какие природные факторы обеспечиваю процесс механического выветривания?
10. Какие природные факторы связаны процессы физико-химического выветривания?
11. Какие стадии процесса выветривания установлены в наше время?
12. Какой показатель характеризует интенсивность выноса химических элементов из ландшафтов в процессе выветривания?
13. На каких принципах основана современная типизация природных ландшафтов.
14.Характеристика и особенности протекания геохимических процессов в гумидных ландшафтах.
15.Характеристика и особенности протекания геохимических процессов в аридных ландшафтах.

16.В чем принципиальное различие протекания геохимических процессов в гумидных и аридных ландшафтах?

Задания для тестирования:

*Инструкция***.** Внимательно прочитайте вопрос и варианты ответов. Из предложенных ответов правильный только один.

На листе бумаги напишите тему, номера вопросов и проставьте рядом номер правильного, на Ваш взгляд, ответа.

ФИО, группа

ТЕСТ
Геохимия окружающей среды

1. Что представляет собой суммарная солнечная радиация ландшафта:
   а. количество солнечной радиации, отражаемой структурами ландшафта**;**
   б. совокупность прямой солнечной радиации, поступающей непосредственно от солнца, и рассеянной радиации (лучистой энергии, рассеянной облаками и атмосферой);
   в. количество солнечной радиации, достигающей поверхности ландшафта.

2. Какая часть суммарной солнечной радиации может использоваться зелеными растениями (фитомассами ландшафта):
   а. около 100%;
   б. не более 25%;
   в. около 50% .

3. Какой из процессов, протекающих в природных ландшафтах, обеспечивает трансформацию солнечной энергии в химическую энергию:
   а. процесс испарения гидромасс ландшафта;
   б. процесс фотосинтеза;
   в. процесс разложения растительного опада.

4. Промывной тип ландшафта формируется в условиях:
   а. близкого уровня залегания грунтовых вод, из которых корни растений забирают влагу;
   б. для областей с испаряемостью, большей или равной сумме годовых осадков;
   в. для областей, где сумма годовых осадков превышает испаряемость.

5. Что представляет собой процесс выветривания литомасс ландшафта:
   а. процесс механического разрушения и химического изменения горных пород и минералов в верхних частях земной коры под воздействием атмосферных агентов, грунтовых и поверхностных вод, жизнедеятельности растительных и животных организмов;
   б. процесс механического разрушения и химического изменения горных пород под воздействие ветра и атмосферных осадкой;
   в. процесс механического разрушения горных пород и минералов под воздействием ветра.

6. Подвижность химических элементов в водных потоках рассеивания в процессе выветривания характеризуется:

а. коэффициентом водной миграции химических элементов;
б. химическим составом минеральной взвеси в водных потоках рассеивания;
в. скоростью перемещения гидромасс ландшафта.

7. Наибольшими значениями коэффициента водной миграции в процессе выветривания характеризуются, следующие химические элементы:

а. Fe, Al, Si, Ti;
б. P, Mn, Si;
в. Cl, Na, S, Ca.

8. Согласно современным представлениям, выветривание горных пород проходит последовательно по следующим стадиям:

а. Аллитная → Сиалитная → Обизвесткование→ Обломочная стадия;
б. Обломочная стадия→ Обизвесткование→ Сиалитная→ Аллитная;
в. Обизвесткование→ Обломочная стадия→ Сиалитная→ Аллитная.

9. Являются ли замкнутыми биогеохимические круговороты химических элементов в биосфере:

а. абсолютно не замкнуты из-за рассеивания химических элементов в процессе выветривания;
б. биогеохимические круговороты элементов замкнуты полностью;
в. замкнутость биогеохимических круговоротов в биосфере характеризуется значением 95-98%.

10. Являются ли замкнутыми биогеохимические круговороты химических элементов в биосфере:

а. абсолютно не замкнуты из-за рассеивания химических элементов в процессе выветривания;
б. биогеохимические круговороты элементов замкнуты полностью;
в. замкнутость биогеохимических круговоротов в биосфере характеризуется значением 95-98%.

11. В чем принципиальное отличие геохимических процессов в аридных и гумидных ландшафтах:

а. все геохимические процессы протекают в одинаковых условиях недостатка гидромасс;
б. принципиальное отличие геохимических процессов в том, что гумидные ландшафты характеризуются промывным водным режимов;
в. принципиальное отличие геохимических процессов в том, что аридные ландшафты характеризуются промывным водным режимов.

12. Какие природные ландшафты относятся к гумидным ландшафтам:

а. к гумидным ландшафтам относятся ландшафты влажных тропических лесов, ландшафты широколиственных лесов, ландшафты тайги и тундровые ландшафты;
б. к гумидным ландшафтам относятся ландшафты влажных тропических лесов, ландшафты степей, ландшафты тайги и тундровые ландшафты;
в. к гумидным ландшафтам относятся ландшафты влажных тропических лесов, ландшафты степей, тундровые и пустынные ландшафты.

13. Какие природные ландшафты относятся к аридным ландшафтам:

а. к аридным ландшафтам относятся ландшафты тайги и тундровые ландшафты;

б. к аридным ландшафтам относятся ландшафты влажных тропических лесов, ландшафты степей, тундровые и пустынные ландшафты;

в. к аридным ландшафтам относятся ландшафты степей и пустынь.

14. Для зоны влажных тропических лесов характерны следующие геохимические классы ландшафтов:

а. кислые (H^+), кислые глеевый (H^+ - Fe^{2+}) и переходные (H^+ - Ca^{2+}) классы ландшафтов;

б. только кислые (H^+) класс ландшафта;

в. не один из перечисленных классов.

15. Для зоны широколиственных и таежных кислотность ландшафта снижается при наличии в литомассах:

а. алюминия и кремния;

б. железа и алюминия;

в. кальция и магния.

16. Для гумидных ландшафтов характерна аккумуляция химических элементов на следующих физико-химических геохимических барьерах:

а. окислительных, сульфидных, щелочных и сорбционных;

б. окислительных, испарительных, сорбционных и термодинамических;

в. окислительных, глеевых, испарительных и термодинамических.

17. Какие химические элементы, главным образом, определяет протекание геохимических процессов в степных ландшафтах:

а. натрий и хлор в виде карбоната и хлорида натрия (Na_2CO_3 и NaCl);

б. кальций и натрий в виде карбонатов кальция и натрия (CaCO3 и Na_2CO_3);

в. не один из перечисленных химических элементов.

18. Какие типы почв характерны для степных ландшафтов:

а. черноземные и каштановые почвы;

б. подзолистые, бурые и серые лесные;

в. суглинистые и супесчаные.

19. Какие формы миграции металлов, главным образом, характерны для пустынных ландшафтах:

а. основная форма - катионы в низших степенях окисления;

б. основные формы миграции химических элементов - сложные и комплексные многозарядные анионы (CrO_4^{2-}, MoO_4^{2-}, MnO_4^- , $[UO_2(CO_3)_3]_4^-$).

в. основная форма - биогенная миграция.

20. Для аридных ландшафтов характерна аккумуляция химических элементов на следующих физико-химических геохимических барьерах:

а. окислительных, сульфидных, щелочных и сорбционных;

б. испарительных, сорбционных и термодинамических;

в. окислительных, глеевых, испарительных и термодинамических.

Тема 3.Геохимия техногенных ландшафтов

Раздел 3.1. Количественные показатели техногенного геохимического воздействия. Техногенные геохимические аномалии. Устойчивость природных ландшафтов к техногенным геохимическим нагрузкам.

1. Повторение материала лекций:

–Учебные пособия: Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. - М.: Астрея, 1999. – 768 с. - Геохимия : учебник для студентов геологических специальностей высших учебных заведений / А. И. Перельман. - 3-е изд. - Москва : URSS, 2016. - 532 с.- Экология: геоэкология недропользования /под ред. А. Г. Милютина. - М. : Высшая школа, 2007. - 440 с.- Геохимия природных и техногенно измененных биогеосистем / отв. ред. Филатова Е. В. - М.: Научный мир, 2006. - 280 с.- Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П.. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра,1990. – 335 с.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Основные направления в изучении устойчивости природных ландшафтов к техногенному геохимическому воздействию.
2. С какими свойствами химических элементов связана их деструктивная активность при техногенном воздействии на ландшафты?
3. Совместимость и несовместимость техногенных загрязнений с природными ландшафтами.
4. Почему обязательным условием устойчивого функционирования промышленного комплекса является техногенное преобразование ландшафта?
5. От какой геохимической характеристики зависит количественные показатели техногенного использования химических элементов?

Раздел 3.2. Классификация техногенных ландшафтов. Геохимия ландшафтов горно - металлургических комплексов. Геохимия городских ландшафтов. Геохимия сельскохозяйственных ландшафтов.

Раздел 3.3.Эколого-геохимическая оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду.

1. Повторение материала лекций:

–Учебные пособия: Перельман А.И., Касимов Н.С. Геохимия ландшафта. - М.: Астрея, 1999. – 768 с. - Геохимия : учебник для студентов геологических специальностей высших учебных заведений / А. И. Перельман. - 3-е изд. - Москва : URSS, 2016. - 532 с.- Экология: геоэкология недропользования /под ред. А. Г. Милютина. - М. : Высшая школа, 2007. - 440 с.- Геохимия природных и техногенно измененных биогеосистем / отв. ред. Филатова Е. В. - М.: Научный мир, 2006. - 280 с.- Сает Ю.Е., Ревич Б.А., Янин Е.П.. Геохимия окружающей среды. – М.: Недра,1990. – 335 с.

2. Вопросы для самоконтроля:

1. Какой основной принцип применяется при геохимической классификации техногенных ландшафтов?
2. Что лежит в основе техногенного геохимического воздействия на природные ландшафты?
3. Для каких целей применятся коэффициент эмиссионной нагрузки (Е), при оценке уровня техногенного геохимического воздействия на городские ландшафты?
4. Какие основными техногенные геохимические воздействия характерны для горно-промышленных ландшафтов?
5. В чем проявляется опасность геохимического техногенного загрязнения в результате химизации сельского хозяйства?

6. С какой целью проводится эколого-геохимическая оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду?
7. Какие этапы входят в состав исследований по эколого-геохимической оценке воздействия промышленных предприятий на окружающую среду?

Для проведения контроля самостоятельной работы студентов применяются: устный опрос, тест, коллоквиум, экзамен.

ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА СТУДЕНТОВ (уровень творческой деятельности)

Написать реферат – подготовить доклад на определенную тему.

Реферат должен включать 3 раздела: 1 - проблемный - практический (анализ, обзор, творческое изложение статей ученых на выбранную тему в научных журналах за два года (текущий и предшествующий), 2 - собственное мнение на выделенную проблему; 3 - список научной литературы по выбранной теме.

Выбор темы осуществляется студентом самостоятельно.

Тема 1. **Геохимическое поле биосферы Земли.**

1. Химический состав объектов биосферы (литосфера, гидросфера, атмосфера, живое вещество).
2. Формы нахождения химических элементов в биосфере.
3. Геохимические аномалии в биосфере.
4. Факторы миграции химических элементов в биосфере.
5. Геохимические барьеры в биосфере.
6. Классификация физико-химических барьеров.
7. Процессы концентрирование химических элементов на геохимических барьерах.

Тема 2. **Геохимия природных ландшафтов**

1. Структурно-функциональные составляющие природных ландшафтов.
2. Классификация природных ландшафтов.
3. Процессы трансформации энергии в природных ландшафтах.
4. Водный баланс ландшафта.
5. Типизация природных ландшафтов.
6. Биогеохимический круговорот атомов в ландшафте
7. Процессы выветривания в природных ландшафтах.
8. Закономерности воздушной (атмосферной) и водной миграции химических элементов в ландшафтах.
9. Геохимические процессы в природных ландшафтах.

Тема 3. **Геохимия техногенных ландшафтов**

1. Количественные показатели техногенного геохимического воздействия.
2. Техногенные геохимические аномалии.
3. Устойчивость природных ландшафтов к техногенным геохимическим нагрузкам.
4. Классификация техногенных ландшафтов.
5. Геохимия ландшафтов горно - металлургических комплексов.
6. Геохимия городских ландшафтов.
7. Геохимия сельскохозяйственных ландшафтов.
8. Эколого-геохимическая оценка воздействия промышленных предприятий на окружающую среду.

Объем реферата не более 25 листов. Оформление работы должно отвечать общим требованиям, установленным в университете.

Результат работы представляется на практическом (семинарском) занятии по соответствующей теме.

Требования к докладу на практическом (семинарском) занятии

Студенту предоставляется время для выступления на практическом (семинарском) занятии продолжительностью не более 15 минут: 10 минут - доклад, 5 минут - ответы на вопросы.

Студент представляет доклад в форме компьютерной презентации, выполненной в MS PowerPoint.

Презентация должна иметь:

- слайд, содержащий полное название доклада, ФИО автора;
- слайд, содержащий четко сформулированную решаемую задачу;
- несколько слайдов, описывающих решение задачи;
- слайд, содержащий краткие выводы из работы

ТРЕБОВАНИЯ К ПРЕДСТАВЛЕНИЮ И ОФОРМЛЕНИЮ РЕЗУЛЬТАТОВ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ

Оформление самостоятельной работы студента должно отвечать общим требованиям, установленным в университете Положением о требованиях к оформлению рефератов, отчетов по практике, контрольных, курсовых, дипломных работ и магистерских диссертаций.

ОЦЕНКА ВЫПОЛНЕНИЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТА

Критерии оценки реферата – новизна текста, степень раскрытия сущности вопроса, соблюдение требований к оформлению.

Новизна текста - актуальность темы реферата; новизна и самостоятельность в постановке проблемы, формулирование нового аспекта известной проблемы; умение работать с литературой, нормативными правовыми актами, систематизировать и структурировать материал; наличие авторской позиции, самостоятельность оценок и суждений.

Степень раскрытия сущности вопроса - соответствие содержания доклада его теме; полнота и глубина знаний по теме; умение обобщать, делать выводы, сопоставлять различные точки зрения по вопросу (проблеме); оценка использованной литературы (привлечены ли наиболее известные работы по теме доклада статистические данные, справки и т.д.).

Соблюдение требований к оформлению - правильность оформления ссылок на источники, списка использованных источников; грамотное изложение текста (орфографическая, пунктуационная, стилистическая культура); владение терминологией; соблюдение требований к объёму доклада.

Критерии оценки публичного выступления (защита реферата) - логичность построения выступления; грамотность речи; глубина выводов; умение отвечать на вопросы; оригинальность формы представления результата; поведение при защите работы *(*манера говорить, отстаивать свою точку зрения, привлекать внимание к важным моментам в докладе или ответах на вопросы и т.д.).

Критерии оценки презентации - эстетическое оформление; использование эффектов анимации.

Выполнение реферата и доклад его результатов на занятии оценивается по четырёхбалльной шкале: отлично, хорошо, удовлетворительно, неудовлетворительно.

Оценка *«отлично»* - реферат полностью соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка «*хорошо*» - реферат в основном соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«удовлетворительно*» - реферат частично соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

Оценка *«неудовлетворительно*» - реферат не соответствует предъявляемым требованиям (критериям оценки).

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

М.Н. Попова, Р.И. Ишметова

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Задания для самостоятельной работы студентов, изучающих органическую химию

Екатеринбург
2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Одобрено
методической комиссией
горно-механического
факультета
“__19___”__апреля_____2019 г.
Председатель комиссии

_____
Л.А. Мочалова

М.Н. Попова, Р.И. Ишметова

ОРГАНИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Контрольные задания для студентов, изучающих органическую химию

Издание УГГУ **Екатеринбург, 2019**

М.Н. Попова, Р.И. Ишметова **Органическая химия: Контрольные задания для студентов, изучающих органическую химию**

Екатеринбург.: изд-во УГГУ, 2006, 17с.

Лабораторные работы и контрольные задания составлены в соответствии с программой по органической химии для втузов. В пособии приведены описания опытов, позволяющие облегчить усвоение изучаемого материала и контрольные задания.

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры химии 16 ноября 2005г (протокол № 3) и рекомендовано для изучения в УГГУ.

Рецензент: А.В.Колтунов, доцент, к.т.н.

© М.Н.Попова. Р.И.Ишметова
© Уральский государственный горный университет, 2019

ОГЛАВЛЕНИЕ

1.Задания по номенклатуре органических соединений…….

2. Задания по алканам, алкенам и алкинам…….

3. Задания по аренам……..

4. Задания по спиртам, альдегидам и кетонам……

5. Задания по карбоновым кислотам……

6. Задания по аминам и аминокислотам……..

7. Задания по серусодержащим соединениям…….

8. Задания по полимерам……...

9. Задания по превращениям одних соединений в другие…….

Список использованной литературы……...

Задания по номенклатуре органических соединений

Билет №1

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_5H_{12} и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 2,2-диметилгексан
   б) 3-хлор-4-метилгептен-2
   в) пентин-1
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) 3,3-диэтилпентан
   б) 3-метилбутин-1
   в) 2,2-диметилпропан

Билет № 2

1. Написать формулы всех возможных изомеров $C_4H_8Cl_2$ и назвать их по систематической номенклатуре
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 3-хлор-5-этилгексан
   б) дибромэтилен (симметричный)
   в) бутин-1
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) CCl_3F
   б) $(CH_3)_2CH_2$
   в) $(CH_3)_3CCl$

Билет № 3

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_6H_{14} и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 2-бром-4-метилгексан
   б) 3-хлор-4-этилоктан
   в) 2,2-диметилпентан
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) 2-метилбутан
   б) 2,2-дихлорпропан
   в) 2-метилпентен-2

Билет № 4

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_5H_{12} и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 1-хлор-3-этилгексан
   б) 2-метилпентен-1
   в) 2,2,3-триметилоктан
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) 1-бром-2-метилпропан
   б) 3-хлорпентин-1
   в) бутен-2

Билет № 5

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_4H_9Cl и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 2-этил-3-хлор-гептан
   б) 1-бром-3,3-диметилоктан

3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) 2-метилбутан
   б) 2,2-дихлорпропан
   в) пентин-2

Билет № 6

1. Написать формулы всех возможных изомеров $C_5H_{11}Cl$ и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 2,2-диметилпентан
   б) 1-хлор-3-метилгептан
   в) гексен-3
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) н-пентан
   б) 2-хлор-пропен
   в) бутин-2

Билет № 7

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_6H_{14} и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 2-хлор-3-метилпентан
   б) 1-бром-2,2-диметилгексан
   в) бутен-1
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) CH_2ClCH_3
   б) 2,2-диметилбутан
   в) пентен-2

Билет № 8

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_4H_9Cl и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 2-этил-3-хлор-гептан
   б) 1-бром-3,3-диметилоктан
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) 2-метилбутан
   б) 2,2-дихлорпропан
   в) метилэтилацетилен

Билет № 9

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_6H_{14} и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 2-хлор-3-метилпентан
   б) 1-бром-2,2-диметилгексан
   в) бутен-1
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) $CH_2Cl\text{-}CH_3$
   б) 2,2-диметилбутан
   в) пентен-2

Билет № 10

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_5H_{12} и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 1-хлор-3-этилгексан
   б) 2-метилпентен-1
   в) 2,2,3-триметилоктан
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) 1-бром-2-метилпропан
   б) 3-хлорпентин-1
   в) бутен-2

Билет № 11

1. Написать формулы всех возможных изомеров $C_4H_8Br_2$ и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 2,2-дихлор-3-метилпентан
   б) пентен-2
   в) 1-бром-2-этилгексен
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3
   б) CH_3-CH_2-$CH(CH_3)$-CH_3
   в) CH_3-CH_2-CH_2-CH=CH-CH_2-CH_3

Билет № 12

1. Написать формулы всех возможных изомеров $C_4H_8Cl_2$ и назвать их по номенклатуре
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 3-хлор-5-метилгексан
   б) дибромэтилен (симметричный)
   в) бутин-1
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) CCl_3F
   б) CH_3CH_2 CH_3
   в) $(CH_3)_3CCl$

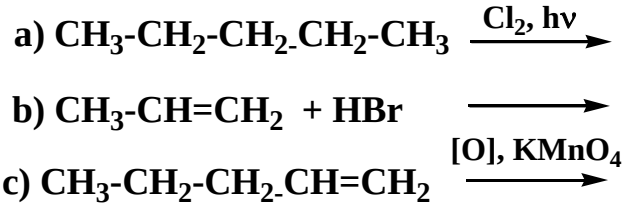
Билет № 13

1. Написать формулы всех возможных изомеров $C_5H_{11}Cl$ и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Написать формулы следующих соединений:
   а) 2-метил-3-бром-октан
   б) 1,1-дибром-3,3-диметилгептан
3. Назвать по рациональной номенклатуре следующие соединения:
   а) 2-метилпентан
   б) 2,2-дибромпропан
   в) гексин-3

Задания по алканам, алкенам, алкинам

Билет № 1

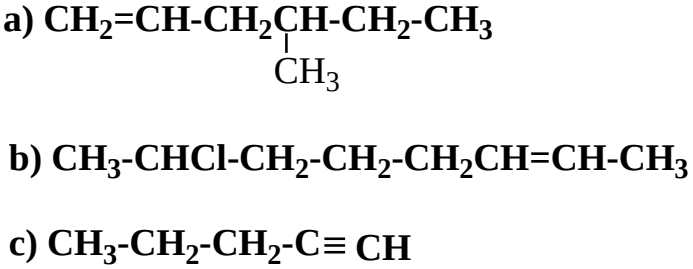
1. Написать формулы всех возможных изомеров C_4H_8 и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Дописать реакции и назвать продукты:



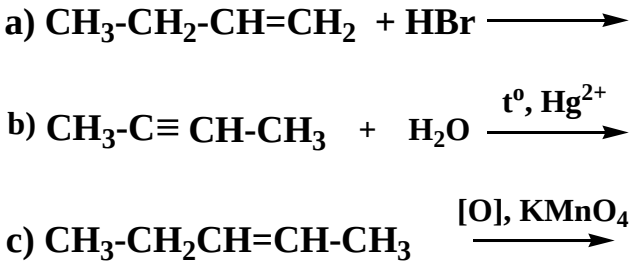
3. Как отличить по химическим свойствам пропан от пропилена? Написать соответствующие реакции.

Билет № 2

1. Назвать по женевской номенклатуре следующие соединения:



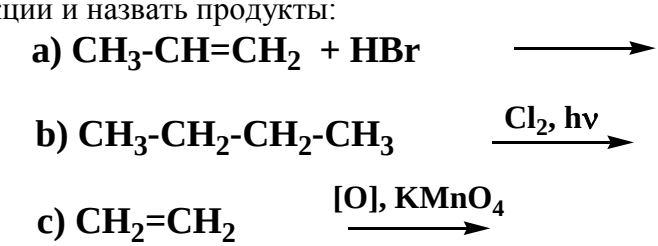
2. Дописать реакции и назвать продукты:



3. Как отличить по химическим свойствам бутан от бутилена? Написать соответствующие реакции.

Билет № 3

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_5H_{10} и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Дописать реакции и назвать продукты:



3. Как отличить по химическим свойствам пропилен от пропина? Написать соответствующие реакции.

Билет № 4

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_4H_8 и назвать их по систематической номенклатуре.

2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH=CH_2 + HBr \longrightarrow$

b) $CH_3-CH_2-CH_3 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu}$

c) $CH_3-CH=CH_2 \xrightarrow{[O],\ KMnO_4}$

3. Как отличить по химическим свойствам метан от углекислого газа? Написать соответствующие реакции.

Билет № 5

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_5H_{10} и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_2=CH-CH_2-CH_3 \xrightarrow{HCl}$

b) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH_3 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu}$

c) $CH_3-CH_2-CH=CH_2 \xrightarrow{[O],\ KMnO_4}$

3. Как отличить по химическим свойствам этан от этилена? Написать соответствующие реакции.

Билет № 6

1. Написать формулы всех возможных изомеров C_5H_8 и назвать их по систематической номенклатуре.
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3-CH_2-CH=CH_2 + HBr \longrightarrow$

b) $CH_3-CH_3 \xrightarrow{HNO_3,H_2SO_4}$

c) $CH_3-C\equiv CH + H_2 \xrightarrow{Pt}$

3. Как отличить по химическим свойствам пропилен от метана? Написать соответствующие реакции.

Билет № 7

1. Написать структурные формулы всех алкенов состава C_6H_{12} и назвать их по международной номенклатуре
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3-CH_2-CH_3 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu}$

b) $CH_3-CH=CH_2 + HCl \longrightarrow$

c) $CH_3-CH_2-CH_2-CH_2-CH=CH_2 + H_2 \xrightarrow{Pt}$

4. Как отличить по химическим свойствам метан от углекислого газа

Билет № 8

1. Написать структурные формулы всех алкинов состава C_5H_8 и назвать их по международной номенклатуре
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2 + H_2O \longrightarrow$

b) $CH_3\text{-}CH_3 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu}$

c) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CH + HCl \longrightarrow$

3. Как отличить по химическим свойствам метан от ацетилена? Написать соответствующие реакции.

Билет № 9

1. Написать структурные формулы всех алкенов состава C_6H_{12} и назвать их по международной номенклатуре
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3\text{-}CH{=}CH\text{-}CH_3 + H_2O \xrightarrow{t^o,\ p}$

b) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu}$

c) $CH_3\text{-}CH_2CH{=}CH\text{-}CH_3 + H_2 \xrightarrow{Pt}$

3. Как отличить по химическим свойствам этан от этилена? Написать соответствующие реакции.

Билет № 10

1. Написать структурные формулы всех алкинов состава C_5H_8 и назвать их по международной номенклатуре
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3\text{-}CH_3 \xrightarrow{HNO_3,H_2SO_4}$

b) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2 + HBr \longrightarrow$

c) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CH + H_2 \xrightarrow{Pt}$

3. Как отличить по химическим свойствам пропилен от метана? Написать соответствующие реакции

Билет № 11

1. Написать структурные формулы всех алкенов состава C_5H_{10} и назвать их по международной номенклатуре
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \xrightarrow{HNO_3,H_2SO_4}$

b) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2 + HBr \longrightarrow$

c) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CH + Cl_2 \longrightarrow$

3. Как отличить по химическим свойствам пропан от пропилена? Написать соответствующие реакции

Билет № 12

1. Написать структурные формулы всех алкинов состава C_6H_{10} и назвать их по международной номенклатуре
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu}$

b) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow$

c) $CH_3\text{-}C{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}}$

3. Как отличить по химическим свойствам пропилен от ацетилена? Написать соответствующие реакции

Билет № 13

1. Написать структурные формулы всех алкенов состава C_5H_{10} и назвать их по международной номенклатуре
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3\text{-}CH_3 \xrightarrow{Br_2,\ h\nu}$

b) $CH_3\text{-}CH{=}CH_2 \xrightarrow{[O],\ KMnO_4}$

c) $CH{\equiv}CH + H_2O \xrightarrow{Hg^{2+}}$

3. Как отличить по химическим свойствам метан от этилена? Написать соответствующие реакции

Билет № 14

1. Написать структурные формулы всех алкенов состава C_6H_{12} и назвать их по международной номенклатуре
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3\text{-}CH_2CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow$

b) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_3 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu}$

c) $CH_3\text{-}C{\equiv}CH + H_2 \xrightarrow{Pt}$

3. Как отличить по химическим свойствам этилен от ацетилена? Написать соответствующие реакции

Билет № 15

1. Написать структурные формулы всех алкинов состава C_5H_8 и назвать их по международной номенклатуре
2. Дописать реакции и назвать продукты:

a) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}CH_2\text{-}CH{=}CH_2 + HCl \longrightarrow$

b) $CH_4 \xrightarrow{Cl_2,\ h\nu}$

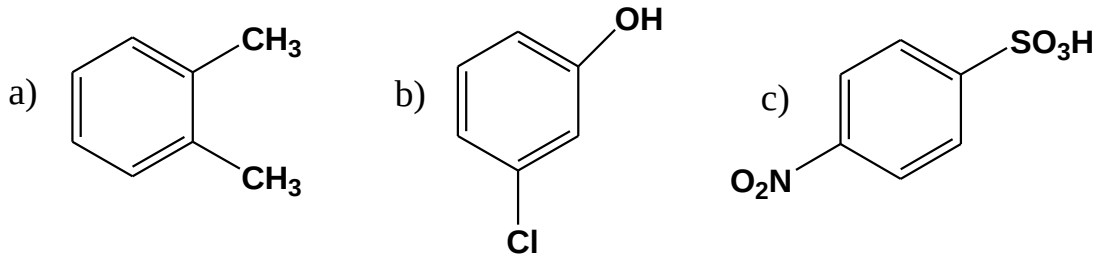
c) $CH_3\text{-}CH_2\text{-}C{\equiv}CH + H_2 \xrightarrow{Pt}$

3. Как отличить по химическим свойствам бутан от бутена-1? Написать соответствующие реакции

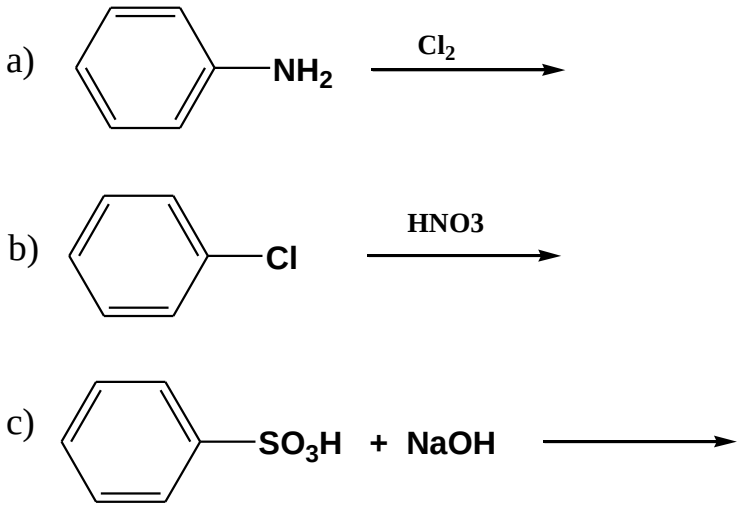
Задания по аренам

Билет № 1

1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:



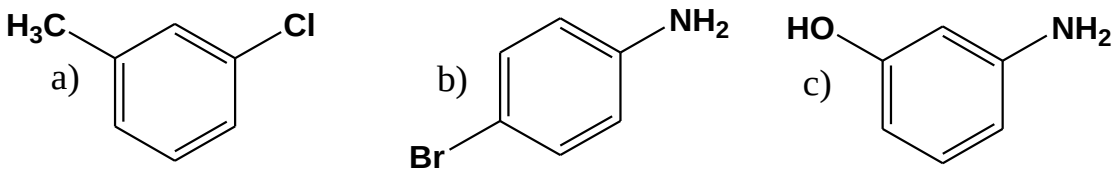
2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:



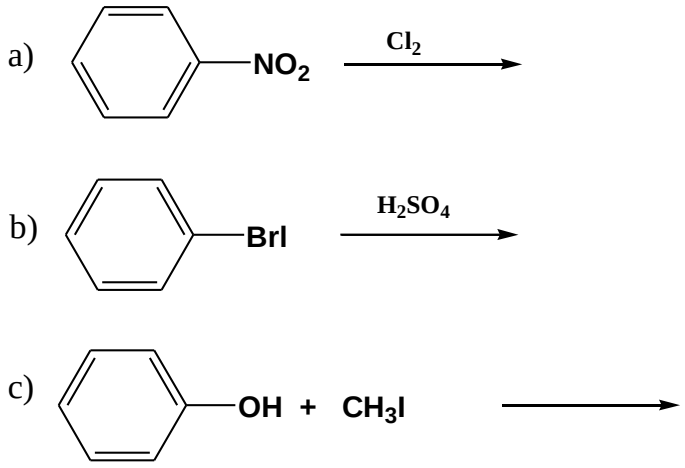
3. Как отличить по химическим свойствам нитробензол от бензолсульфокислоты? Написать реакции.

Билет № 2

1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:



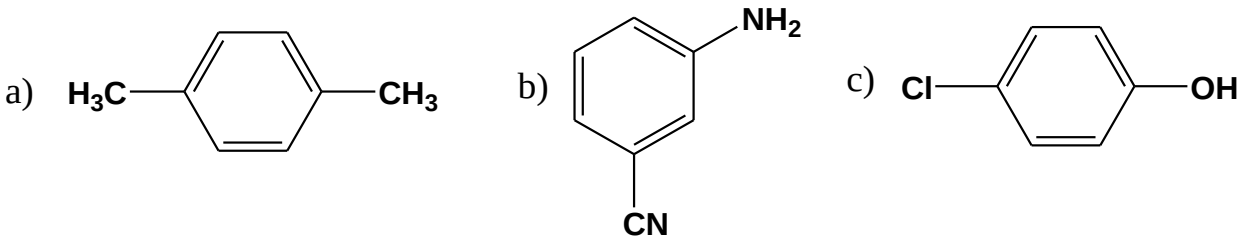
2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:



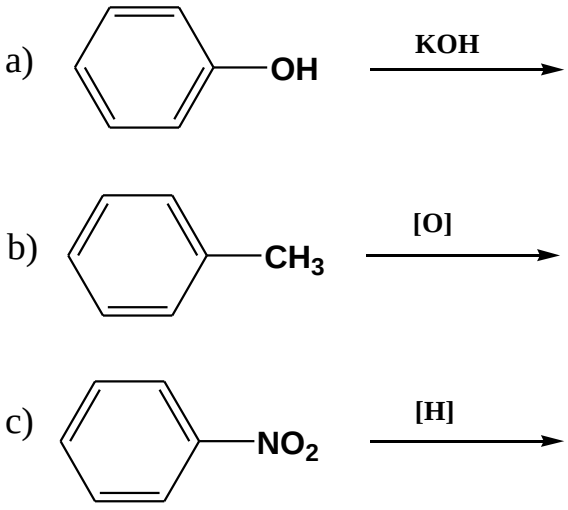
3. Как отличить по химическим свойствам анилин от хлорбензола ? Написать реакции.

Билет № 3

1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:



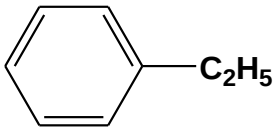
2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

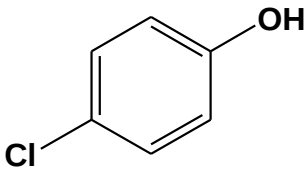


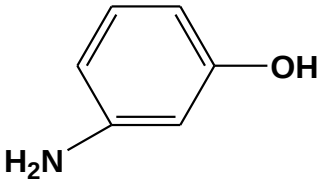
3. Как отличить по химическим свойствам толуол от фенола ? Написать реакции.

Билет № 4

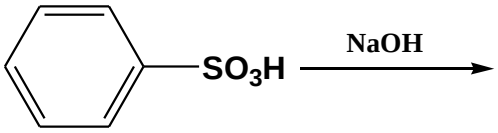
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

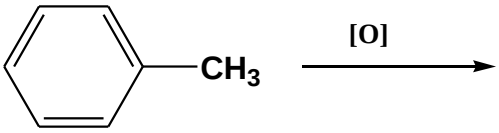
a) 

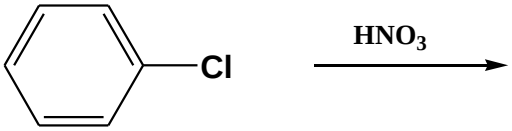
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

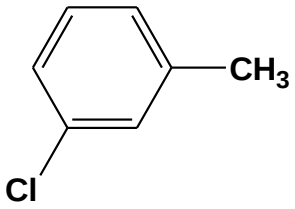
b) 

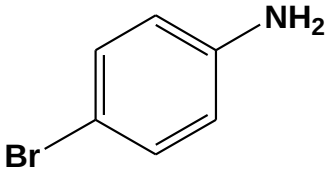
c) 

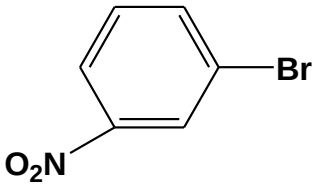
3. Как отличить по химическим свойствам хлорбензол от анилина? Написать реакции.

Билет № 5

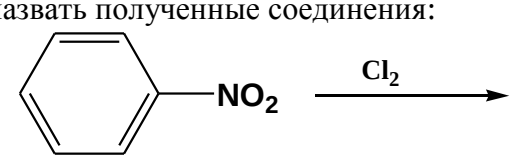
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

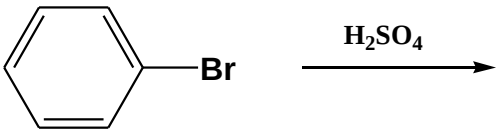
a) 

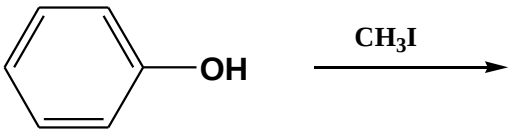
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

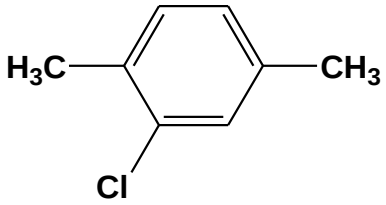
b) 

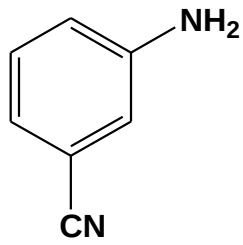
c) 

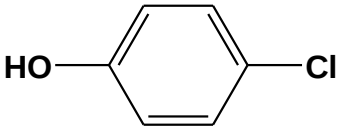
3. Как отличить по химическим свойствам анилин от фенола? Написать реакции.

Билет № 6

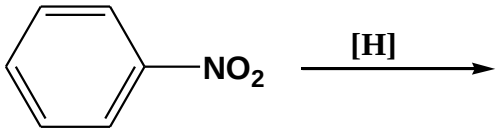
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

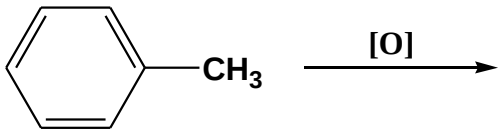
a) 

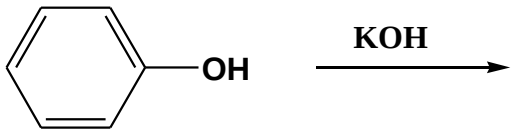
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

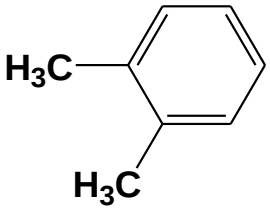
b) 

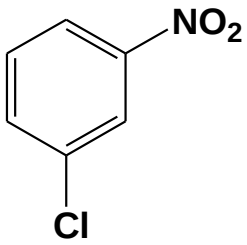
c) 

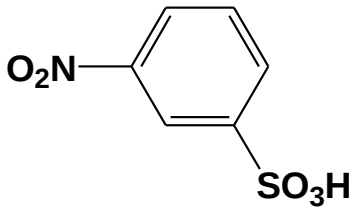
3. Как отличить по химическим свойствам толуол от фенола? Написать реакции.

. Билет № 7

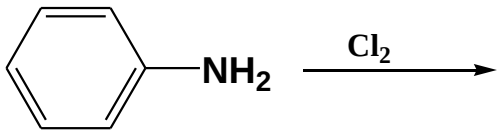
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

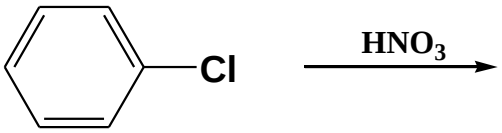
a) 

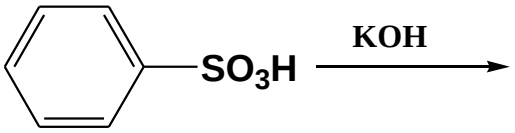
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

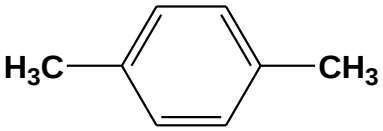
b) 

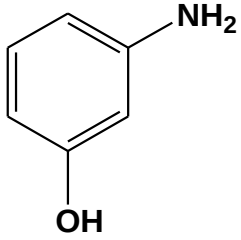
c) 

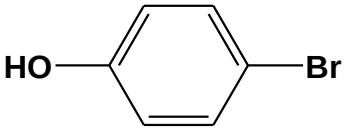
3. Как отличить по химическим свойствам нитробензол от толуола? Написать реакции.

Билет № 8

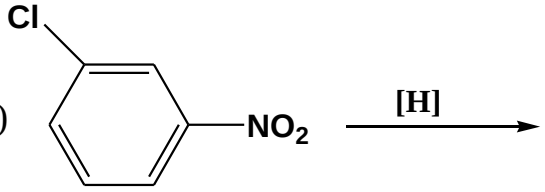
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

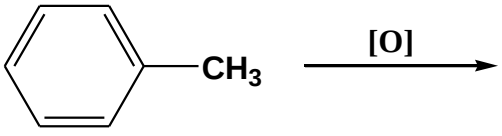
a) 

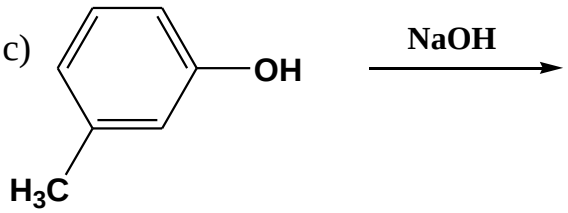
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

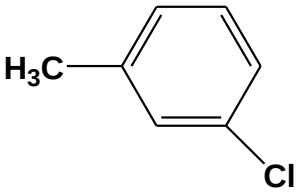
b) 

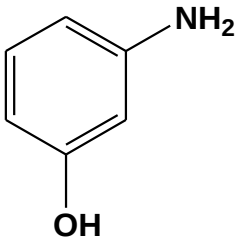
c) 

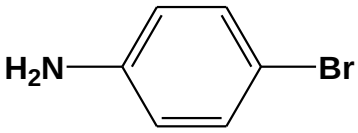
3. Как отличить по химическим свойствам фенол от толуола? Написать реакции.

Билет № 9

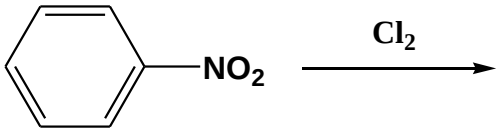
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

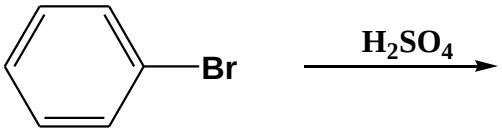
a) 

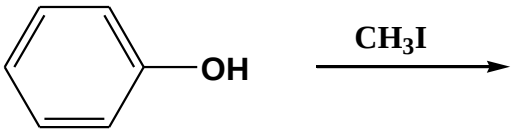
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

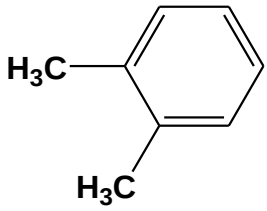
b) 

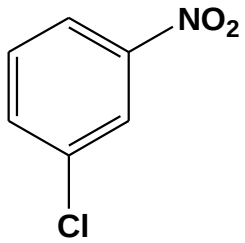
c) 

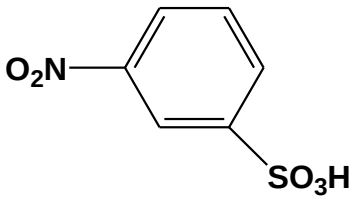
3. Как отличить по химическим свойствам анилин от хлорбензола? Написать реакции.

Билет № 10

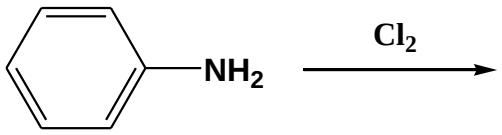
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

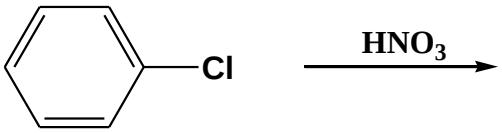
a) 

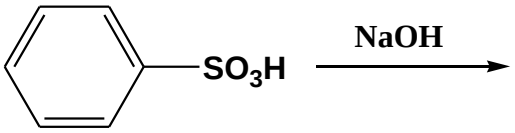
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

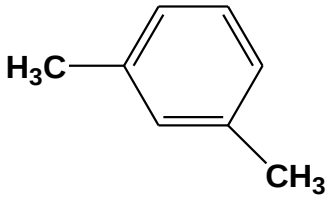
b) 

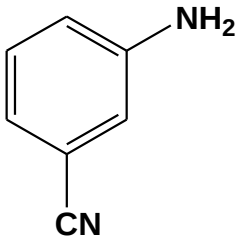
c) 

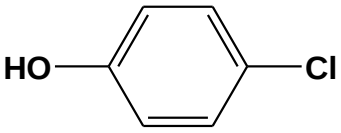
3. Как отличить по химическим свойствам анилин от нитробензола? Написать реакции.

Билет № 11

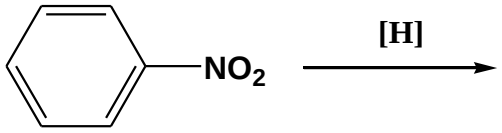
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

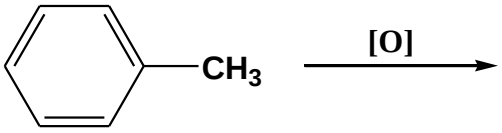
a) 

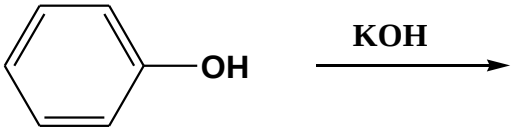
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

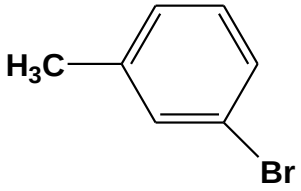
b) 

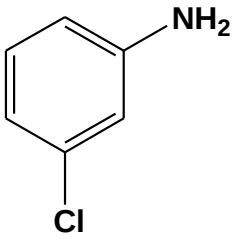
c) 

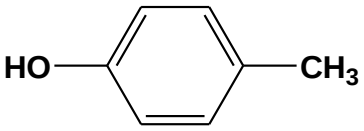
3. Как отличить по химическим свойствам толуол от фенола? Написать реакции.

Билет № 12

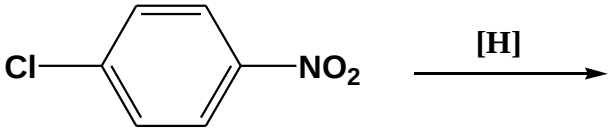
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

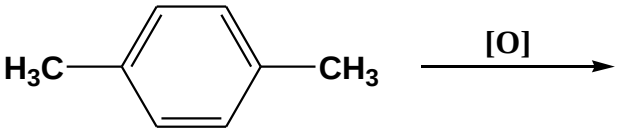
a) 

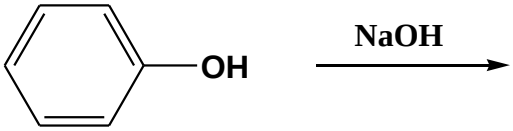
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

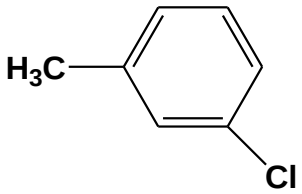
b) 

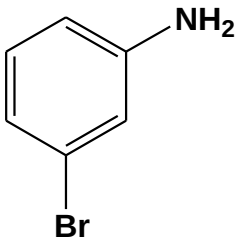
c) 

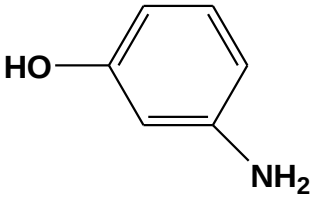
3. Как отличить по химическим свойствам нитротолуол от фенола? Написать реакции.

Билет № 13

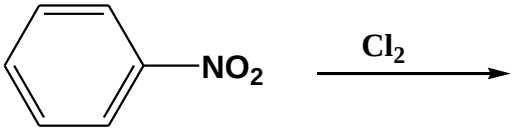
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

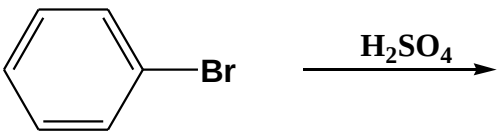
a) 

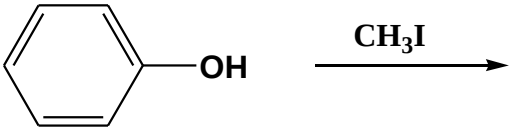
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

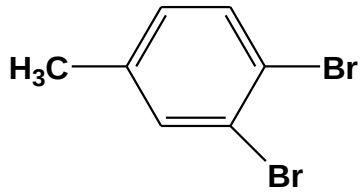
b) 

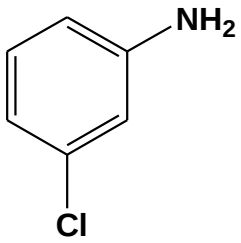
c) 

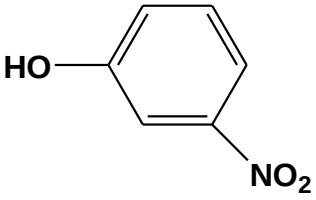
3. Как отличить по химическим свойствам анилин от хлорбензола? Написать реакции.

Билет № 14

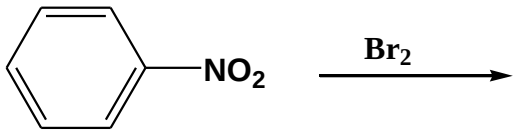
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

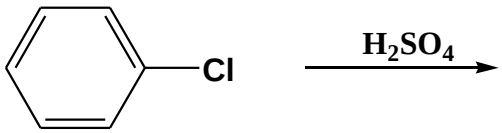
a) 

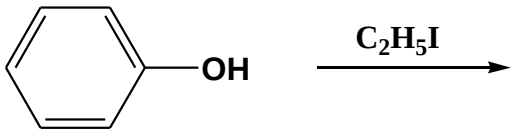
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

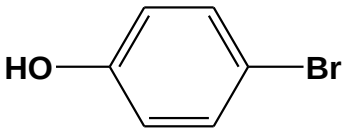
b) 

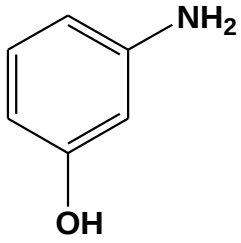
c) 

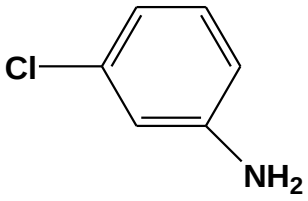
3. Как отличить по химическим свойствам фенол от хлорбензола? Написать реакции.

Билет № 15

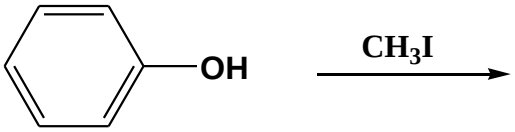
1. Назвать следующие соединения по женевской номенклатуре:

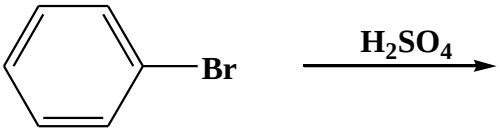
a) 

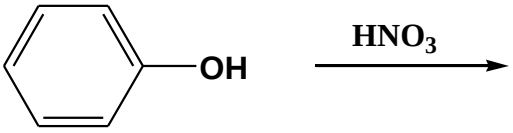
b) 

c) 

2. Дописать реакции, назвать полученные соединения:

a) 

b) 

c) 

3. Как отличить по химическим свойствам фенол от бензола? Написать реакции.



МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Т.И. Чупахина, С.Ю. Меньшиков

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

Учебно-методическое пособие

для выполнения заданий

курса «Физическая химия»

для студентов всех специальностей

Екатеринбург

2019

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

Одобрено

методической комиссией

горно-механического

факультета

“_19_” апреля 2019г

Председатель комиссии

_____

Л.А.Мочалова

Т.И.Чупахина, С.Ю.Меньшиков

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ

Учебно-методическое пособие

для выполнения заданий

курса «Физическая химия»

для студентов всех специальностей

Издание УГГУ Екатеринбург, 2019

Рецензент: *Л.Д. Курбатова*, д-р хим. наук, старший научный сотрудник лаборатории оксидных систем ИХТТ УрО РАН

Учебно-методическое пособие рассмотрено на заседании кафедры химии 17 апреля 2019 г. (протокол № 337) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Чупахина Т.И., Меньшиков С.Ю..

ОСНОВЫ ХИМИЧЕСКОЙ ТЕРМОДИНАМИКИ: учебно-методическое пособие / Т.И.Чупахина, С.Ю.Меньшиков – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2019. – ___с.

В учебно-методическом пособии изложены сведения об основных положениях химической термодинамики, предложены примеры решения задач, практические и тестовые задания, справочные данные. Пособие содержит необходимые сведения для изучения основ химической термодинамики.

Для студентов всех специальностей.

© Чупахина Т.И., Меньшиков С.Ю.. 2019
© Уральский государственный горный университет, 2019

Раздел I..Основные положения

Система – тело или группа тел, мысленно выделенных из окружающей среды.

Окружающая среда – все, что находится за пределами системы.

Фаза – часть системы, ограниченная поверхностью раздела.

Классификация систем:

1. По отношению к окружающей среде

Открытая система – обменивается с окружающей средой массой и энергией

Закрытая система – обменивается с окружающей средой только массой

Изолированная система – не обменивается ни массой, ни энергией.

2. По количеству фаз в системе.

Гомогенная система состоит из одной фазы

Гетерогенная система состоит из двух и более фаз.

Совокупность всех химических и физических свойств системы характеризует ее *состояние.*

Термодинамические *параметры состояния* – величины, которые могут быть непосредственно измерены (давление - P, температура - T, концентрация - C, объем - V).

Математическое выражение, связывающее параметры состояния, называется уравнением состояния:

$$PV = \nu RT$$

ν – количество вещества.

Термодинамические *функции* – величины, которые не могут быть непосредственно измерены и зависят от параметров состояния.

Подразделяются на:

1. *Функции состояния* (U – внутренняя энергия, H – энтальпия, S – энтропия).

Измерение функций состояния не зависят от пути и способа проведения процесса, а зависят только от начального и конечного состояния системы.

Изменение функции, например, $\Delta U = U_2 - U_1$, не зависит от того, как осуществляется процесс.

2. *Функции процесса* (Q – теплота, А – работа). Изменение функций процесса зависит от того, в каких условиях и каким путем протекал процесс.

Энергия системы – мера способности системы совершать работу. общая качественная мера движения и взаимодействия материи. Энергия является неотъемлемым свойством материи. Потенциальная энергия, обусловленная положением тела в поле некоторых сил ($E_п$), кинетическая энергия, обусловленная изменением положения тела в пространстве ($E_к$) и внутренняя энергия (U) составляют полную энергию системы. Единица измерения – Джоуль (Дж)

В термодинамике большую роль играет *внутренняя энергия системы* (U). Включает в себя энергию поступательного и вращательного движения молекул, энергию взаимодействия между атомами, энергию вращательного движения электронов, энергию, заключенную в ядрах атомов и т.д. Абсолютное значение U вещества неизвестно, так как нельзя привести систему в состояние, лишенное энергии. Внутренняя энергия является функцией состояния, т. е. ее изменение однозначно определяется начальным и конечным состоянием системы и не зависит от пути перехода, по которому протекает процесс $\Delta U = U_2 - U_1$, где ΔU – изменение внутренней энергии системы при переходе от начального состояния (1) в конечное (2). Если $U_2 > U_1$, то $\Delta U > 0$; если $U_2 < U_1$, то $\Delta U < 0$.

Теплота и работа - две разные формы передачи энергии от одной системы к другой или от системы к окружающей среде.

Теплота это форма передачи энергии путём неупорядоченного движения молекул. Передача энергии, вызываемая градиентом температуры, называется *передачей теплоты*. **Теплота не является параметром состояния системы**. Например, вода в стакане может иметь температуру 40°С, но нельзя сказать, что вода содержит теплоту. Если нагреть воду до 70°С, то ей нужно передать некоторую энергию в форме теплоты. Наоборот, при охлаждении воды до комнатной температуры часть энергии передается окружающей среде в виде теплоты.

Итак, понятие «теплота» относится не к состоянию системы, а к какому-то **процессу** ее передачи, то есть, теплота является функцией процесса. Единица измерения теплоты – Джоуль (Дж). Если теплота поглощается системой, то величина $Q<0$, так как количество теплоты в окружающей среде уменьшается. Если теплота выделяется в окружающую среду, то величина $Q>0$.

Работа процесса – это энергия, передаваемая одним телом другому при их взаимодействии и не зависящая от температуры. Система выполняет работу только если она преодолевает внешнее сопротивление. В этом случае работа положительна ($A>0$). Если работа выполняется над системой, то $A<0$. Пример – процесс расширения и сжатия газа. То есть, работа также является функцией процесса.

Теплота и работа характеризуют качественно и количественно две различные формы передачи движения от данной части материального мира к другой. Теплота и работа не могут содержаться в теле. Теплота и работа возникают только тогда, когда возникает процесс, и характеризуют только процесс. В статических условиях теплота и работа не существуют. Различие между теплотой и работой, принимаемое термодинамикой как исходное положение, и противопоставление теплоты работе имеет смысл только для тел, состоящих из множества молекул, т.к. для одной молекулы или для совокупности немногих молекул понятия теплоты и работы теряют смысл. Поэтому термодинамика рассматривает лишь тела, состоящие из большого числа молекул, т.е. так называемые макроскопические системы.

Термодинамические процессы – это изменения, происходящие в термодинамической системе, при изменении хотя бы одного из параметров.

Классификация термодинамических процессов:

1. В зависимости от условий, в которых протекает процесс, он может быть:

   Изохорным – протекает при постоянном объеме системы ($V = const$);

   Изобарным - протекает при постоянном давлении в системе ($P = const$);

   Изотермическим - протекает при постоянной температуре ($T = const$);

   Изохорно-изотермическим – ($V = const$ и $T = const$);

Изобарно-изотермическим – (P = const и T = const);

Адиабатным – система не отдает теплоту в окружающую среду и не получает теплоты из окружающей среды (Q = 0).

2. В зависимости от способа проведения процесса он может быть:

Термодинамически обратимым – после проведения процесса окружающая среда и система могут вернуться в первоначальное состояние. В результате такого процесса в окружающей среде и в системе не происходит никаких изменений, отсутствуют всякие энергетические потери, и система совершает **максимально возможную работу**. Такой процесс можно провести только путем последовательных бесконечно малых воздействий на систему, в результате чего система пройдет через ряд равновесных состояний. Так что, обратимый процесс допускает возможность возвращения системы в исходное состояние без того, чтобы в окружающей среде остались какие-либо изменения.

Если процесс протекает под влиянием конечного воздействия, то его протекание сопряжено с энергетическими потерями и ни система, ни окружающая среда не могут вернуться в исходное состояние. Такой процесс называется *термодинамически необратимым.* Работа, которая совершается при необратимом процессе всегда меньше максимально возможной. Реальные процессы всегда необратимы.

Равновесный процесс– процесс, при котором система проходит через непрерывный ряд равновесных состояний.

Раздел II. Первое начало термодинамики

При любом процессе соблюдается закон сохранения энергии как проявление более общего закона природы – закона сохранения материи. Теплота (Q), поглощенная системой, расходуется на изменение ее внутренней энергии (ΔU) и на совершаемую системой механическую работу (A):

$$Q = \Delta U + A$$

Первое начало термодинамики представляет собой частный случай закона сохранения энергии в применении к процессам, сопровождающимся преобразованием теплоты.

1.1. Термохимия

При химических реакциях А – это работа против внешнего давления, т. е. в первом приближении А= pΔV, где ΔV- изменение объема системы (V_2-V_1). Так как большинство химических реакций проводят при постоянном давлении, то для изобарно-изотермического процесса (p=const, T=const) теплота Q будет равна;

$Q_p = \Delta U + p\Delta V$

$Q_p = (U_2 - U_1) + p(V_2 - V_1)$

$Q_p = (U_2 + pV_2) - (U_1 + pV_1)$

Сумму U + pV обозначим через H, тогда

$Q_p = H_2 - H_1 = \Delta H$

Величину H называют энтальпией. Таким образом, теплота при p=const в T=const приобретает свойство функции состояния и зависит от пути, по которому протекает процесс. Отсюда теплота реакции в изобарно-изотермическом процессе Q_p равна изменению энтальпии системы ΔH (если единственным видом работы является работа расширения)

$Q_p = \Delta H$

В целях сравнения значений этой величины для различных реакций их определяют в стандартных условиях (T = 298 K, атмосферное давление 101,325 кПа) и обозначают ΔH^0_{298}. Стандартной энтальпией образования ΔH^0_{298} данного соединения называют тепловой эффект реакции образования 1 моль этого соединения из простых веществ, взятых в их устойчивом состоянии при данных условиях.

Энтальпия (H), как и внутренняя энергия (U), является функцией состояния, ее изменение (ΔH) определяется только начальными и конечными состояниями системы и не зависит от пути перехода. Нетрудно видеть, что теплота реакции в изохорно-изотермическом процессе (Q_v) (V=const; T=const), при котором ΔV=0. равна изменению внутренней энергии системы ΔU:

$Q_v = \Delta U$

Раздел термодинамики изучающий тепловые эффекты химических реакций, называется *термохимией.* Реакции, которые сопровождаются выделением теплоты, называются экзотермическими, а те, которые сопровождаются поглощением теплоты, – эндотермическими Тепловые эффекты реакций являются, таким образом, мерой изменения свойств системы, и знание их может иметь большое значение при определении условий протекания тех или иных реакций.

Энтальпии химических процессов, протекающих при p,T=const и V,T=const, называют *тепловыми эффектами*.

При экзотермических реакциях энтальпия системы уменьшается и $\Delta H < 0$ ($H_2 < H_1$), а при эндотермических энтальпия системы увеличивается $\Delta H > 0$ ($H_2 > H_1$). В дальнейшем тепловые эффекты всюду выражаются через ΔH.

Почему практически все химические реакции сопровождаются определенными тепловыми эффектами? Для ответа на этот вопрос нужно учесть, что при реакции происходит разрыв и образование химических связей. Рассмотрим в качестве примера взаимодействие водорода с хлором:

$H_2 + Cl_2 = 2HCl$ (1)

Энергии связи:

H-H	36 кДж/моль
H-Cl	242,3 лДж/моль
Cl-Cl	431,4 кДж/моль

Очевидно, что для образования 2 моль хлорида водорода должны быть разорваны связи в 1 моль водорода и в 1 моль хлора. Образование связей в 2 моль хлорида водорода приведет к выделению 431,4 * 2 = 862,8 кДж. Для разрыва связей в H_2 и Cl_2 должно быть израсходовано 436+242,3 = 678,3 кДж. Таким образом, рассматриваемая реакция сопровождается выделением теплоты 862,8 – 678,3 = 184,5 кДж.

Химические уравнения, в которых указан тепловой эффект реакции при постоянном давлении называются термохимическими уравнениями. Стехиометрические коэффициенты могут быть дробными, если, если в

рассматриваемой реакции образуется 1 моль вещества и вычисляется стандартная энтальпия образования этого вещества. Для реакции (1) термохимическое уравнение должно быть записано так:

$½H_{2(г)} + ½Cl_{2(г)} = HCl_{(г)}$; $\Delta H^0 = -92{,}25$ кДж/моль.

Составим термохимическое уравнение реакции нейтрализации сильной кислоты сильным основанием.

Любые реакции нейтрализации сильных кислот сильными основаниями могут быть выражены сокращенным ионным уравнением

$H^+ + OH^- = H_2O$

Указывая состояние частиц в растворе и рассматривая образование 1 моль воды при 298 К и 1 атм., можем записать6

$H^+_{ж} + OH^-_{ж} = H_2O_{ж}$; $\Delta H = -57{,}1$ кДж/моль

Изменение энтальпии в реакции нейтрализации буде всегда одним и тем же, независимо от природы сильной кислоты (например, H_2SO_4, HNO_3 или HCl) и сильного основания (NaOH, KOH и др.).

В основе термохимических расчетов лежит закон Гесса (1840): *тепловой эффект реакции зависит* только от природы и физического состояния исходных веществ и конечных продуктов, но не зависит от пути перехода. Часто в термохимических расчетах применяют следствие из закона Гесса: тепловой эффект реакции ΔH равен сумме стандартных энтальпий образования $\Delta H_{обр.}$ продуктов реакции за вычетом сумм стандартных энтальпий образования исходных веществ, с учетом коэффициентов перед формулами этих веществ в уравнении реакции:

$$\Delta H_г = \Sigma \Delta H_{\text{обр. прод.}} - \Sigma \Delta H_{\text{обр. исх.}}$$

Например, для реакции $2A + 4C = 3B + 3E$ имеем $\Delta H_{р\text{-}и} = (3\Delta H^0_B + 3\Delta H^0_E) - (2\Delta H^0_A + 4\Delta H^0_C)$.

Энтальпия образования вещества относится к прямому синтезу некоторого сложного вещества из простых, поэтому *энтальпии образования простых веществ принимаются равными нулю*.

1.2. Примеры решения задач

Пример 1. При взаимодействии кристаллов хлорида фосфора с парами воды образуются жидкий $POCl_3$ и хлористый водород. Реакция сопровождается выделением 111,4 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение этой реакции.

Решение:

Записываем уравнение реакции:

$PC1_5$ (к) + H_2O (г) = $POC1_3$ (ж) + 2HC1 (г); ΔH = - 111,4 кДж

Реакция экзотермическая, поэтому $\Delta H<0$.

$\Delta H_{р\text{-}и} = \Sigma\, \Delta H^0_{298\ продуктов} - \Sigma\, \Delta H^0_{298\ исходных\ веществ}$

Выписываем в таблицу стандартные энтальпии образования исходных веществ и продуктов реакции:

Вещество	$PCl_{5(k)}$	$H_2O_{(г)}$	$POCl_{3(ж)}$	$HCl_{(г)}$
ΔH^0_{298}, кДж/моль	-445,89	-241,81	-597,5	-92,31

$\Delta H_{р\text{-}и}$ = 2 (-92,31)+(-597,5)-(-241,81)-(-445,89) = -111,4 (кДж)

Ответ: $\Delta H_{р\text{-}и}$ = - 111,4 (кДж). Реакция экзотермическая.

Пример 2. Вычислите стандартную энтальпию реакции

0,5 $O_{2(г)}$ + $SO_{2(г)}$ = $SO_{3г))}$

Решение. $\Delta H_{р\text{-}и} = \Delta H^0_{298}(SO_3) - \Delta H^0_{298}(SO_2) =$ -396 - (-297) = -99 кДж. Реакция экзотермическая, т.к. $\Delta H_{р\text{-}и} < 0$.

С термохимическими уравнениями, как и с химическими, можно производить алгебраические преобразования, например, их складывать или вычитать.

Пример 3. Окисление солей Fe^{2+} в щелочном растворе сопровождается следующими превращениями:

$Fe^{2+}_{(р)} + 2OH^-_{(р)} = Fe(OH)_{2(к)}$ (1)

$Fe(OH)_{2(к)} + 0{,}25O_{2(г)} + 0{,}5H_2O_{(ж)} = Fe(OH)_{3(к)}$ (2)

Какова энтальпия образования $Fe(OH)_{3(к)}$?

Решение:

В уравнение (2) подставляем уравнение (1), получаем:

$Fe^{2+}_{(р)} + 2OH^-_{(р)} + 0{,}25O_{2(г)} + 0{,}5H_2O_{(ж)} = Fe(OH)_{3(к)}$

Выписываем в таблицу значения энтальпий образования реагентов:

Вещество	$Fe^{2+}_{(р)}$	$OH^-_{(р)}$	$H_2O_{(ж)}$	$Fe(OH)_{3(к)}$
ΔH^0_{298}, кДж/моль	-87,2	-230,2	285,8	-826,6

Ответ: ΔH^0 = -826,6 - (-87,2 -2-230,2 - 0,5-285,8) = -131,5 кДж. Реакция экзотермическая.

Пример 4. Реакция горения этана выражается термохимическим уравнением:

$C_2H_6(г) + 31/2O_2(г) = 2CO_2(г) + 3H_2O(ж)$; ΔH = - 559,87 кДж

Вычислите стандартную энтальпию образования этана, если известны стандартные энтальпии образования CO_2 (г) и H_2O (ж).

Решение.

1 способ:

Нужно вычислить тепловой эффект реакции, термохимическое уравнение которой имеет вид,

$2C$ (граф) + $3H_2$ (г) = C_2H_6 (г); ΔH=?

исходя из следующих данных:

а) C_2H_6 (г) + $3½O_2$ (г) = $2CO_2$ (г) + $3H_2O$ (ж); ΔH = -1559,87 кДж

б) C (граф) +O_2 (г) = CO_2 (г); ΔH - 393,51 кДж

в) H_2(г) + $1/2O_2$(г) = H_2O (ж); ΔH = 285,84 кДж

Для получения искомого результата следует уравнение (б) умножить на 2 уравнение (в) – на 3, а затем сумму этих уравнений вычесть из уравнения (а):

$C_2H_6 + 3½O_2 - 2C - 2O_2 - 3H_2 - 3/2O_2 = 2CO_2 + 3H_2O - 2CO_2 - 3H_2O$

$C_2H_6 = 2C+3H_2$ - реакция разложения C_2H_6

$\Delta H_{разл}$ = - 1559,87 + 787,02+ 857,52; ΔH = + 84,67 кДж.

Так как энтальпия образования равна энтальпии разложения с обратным знаком, то $\Delta H_{обр} C_2H_6$(г) = - 84,67 кДж.

Ответ: $\Delta H_{обр} C_2H_6$(г) = - 84,67 кДж.

2 способ:

Для решения задачи применяем следствие из закона Гесса:

$\Delta H_{р-и} = 2\ \Delta H^0_{298}(CO_2) + 3\ \Delta H^0_{298}\ (H_2O) - \Delta H^0_{298}\ (C_2H_6) - 3½\ \Delta H^0_{298}\ O_2)$

Учитывая, что теплоты образования простых веществ условно приняты равными нулю

$\Delta H^0_{298}\ (C_2H_6) = 2\ \Delta H^0_{298}\ (CO_2) + 3\ \Delta H^0_{298}\ (H_2O) - \Delta H_{р-и}$;

$\Delta H^0_{298}\ (C_2H_6) = 2(- 393,51) + 3(- 285,84) + 1559,87 = - 84,67$ (кДж).

Пример 5. Реакция горения этилового спирта выражается термохимическим уравнением:

C_2H_5OH (ж) + $3O_2$(г) = $2C0_2$ (г) + $3H_2O$(ж); ΔH = ?

Вычислите тепловой эффект реакции, если известно, что энтальпия парообразования C_2H_5OH (ж) равна + 42,36 кДж и известны энтальпии образования C_2H_5OH (г), $CO_{2(г)}$; $H_2O_{(ж)}$.

Решение: Для определения ΔH реакции необходимо знать энтальпию образования C_2H_5OH (ж). Последнюю находим из данных задачи:

C_2H_5OH (ж) = C_2H_5OH (г); ΔH = + 42,36 кДж

+42,36 = -235,31 - ΔH (C_2H_5OH(ж))

ΔH (C_2H_5OH(ж)) = - 235,31- 42,36 = - 277,67 кДж

Пример 6. Растворение моля безводной соды Na_2CO_3 в достаточно большом количестве воды сопровождается выделением 25,10 кДж теплоты, тогда как при растворении кристаллогидрата Na_2CO_3 $10H_2O$ поглощается 66,94 кДж теплоты. Вычислите энтальпию гидратации Na_2CO_3 (энтальпию образования кристаллогидрата).

Решение: Составляем термохимические уравнения соответствующих реакций:

а) $Na_2CO_3 + aq = Na_2CO_3\ aq \quad \Delta H = -25{,}10$ кДж

б) $Na_2CO_3\ 10H_2O + aq = Na_2CO_3\ aq \quad \Delta H = +66{,}94$ кДж

Вычитая уравнение (6) из уравнения (а) (см. пример 2), получаем

$Na_2CO_3 + 10H_2O = Na_2CO_3\ 10H_2O; \qquad \Delta H = -92{,}04$ кДж,

Т. е. при образовании $Na_2CO_3\ 10H_2O$ выделяется 92,04 кДж теплоты.

1.3. КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ И ЗАДАНИЯ

Задача 1.

Около 90% всего объема руд цветных и черных металлов добывают взрывным способом. В состав широко применяемых взрывчатых веществ входят тротил и нитроглицерин - вещества, химическая энергия которых при взрыве преобразуется в тепловую, а затем в механическую работу, которую совершают в горной породе нагретые и сжатые продукты взрыва. Тротил

$C_7H_5N_3O_{6(к)} = 1{,}5N_2 + 3{,}5C_{(к)} + 2{,}5H_2O_{(г)} + 3{,}5CO_{(г)}$

ΔH^0_{298}, кДж/моль:

$C_7H_5N_3O_{6(к)}$: -53,4; $H_2O_{(г)}$:-241,8; $CO_{(г)}$-110,5

Нитроглицерин

$C_3H_5(NO_3)_{3(к)} = 1{,}5N_2 + 0{,}25O_2 + 3CO_{2(г)} + 2{,}5H_2O_{(г)}$

ΔH^0_{298}, кДж/моль:

$C_3H_5(NO_3)_{3(к)}$: -365; $CO_{2(г)}$: -393,5; $H_2O_{(г)}$: -241,8.

Сколько молей газа выделяет при взрыве 1 моль а) тротила, б) нитроглицерина. Вычислите тепловые эффекты реакций разложения этих взрывчатых веществ.

Ответ: а) 7,5 моль газа; $\Delta H^0 = -1420$ кДж/моль

б) 7,25 моль газа; $\Delta H^0 = -932$ кДж/моль

Задача 2.

Стандартная энтальпия смешивания 1 моль концентрированной серной кислоты и воды $\Delta H^0_{см} = -73$ кДж

$$H_2SO_{4(ж)} + x\ H_2O_{(ж)} = 2\ H_3O^+_{(р)} + SO_4^{2-}{}_{(р)}$$

Какое отношение имеет значение $\Delta H^0_{см}$ к приготовлению разбавленных растворов серной кислоты из серной кислоты и воды? Вычислите количество молей воды *x* .которое согласно термодинамическому расчету реагирует с одним молем концентрированной серной кислоты.

Ответ: 6 моль

Задача 3.

Сульфат железа (Ш) - химический растворитель сульфидных минералов - особенно активен в присутствии тионовых бактерий, ускоряющих и окисление и растворение во много раз

$$CuS_{(кр)} + Fe_2(SO_4)_{3(р)} = CuSO_{4(р)} + 2FeSO_{4(р)} + S_{(к)}$$

ковеллин

Тионовые бактерии не только непосредственно окисляют и растворяют сульфиды, но и окисляют продукт их разложения Fe^{2+}, регенерируя сульфат железа (Ш), продолжающий окисление и растворение

$$2FeSO_{4(р)} + 0{,}5O_{2(г)} + H_2SO_{4(ж)} = Fe_2(SO_4)_{3(р)} + H_2O_{(ж)}$$

Вычислите тепловой эффект суммарной реакции процесса окисления ковеллина в кислой среде, используя энтальпии $\Delta H^0_{298,}$ кДж/моль

Вещество	$H_2O_{(ж)}$	$CuSO_{4(р)}$	$CuS_{(кр)}$	$H_2SO_{4(ж)}$
ΔH^0_{298}	-285,8	-843,9	-53,1	-814,2

Ответ: $\Delta H^0 = -262{,}4$ кДж/моль

Задача 4.

Для размораживания мерзлых грунтов, для вторичного дробления руды иногда применяют термит - смесь алюминиевого порошка и оксида металла, способную к экзотермической реакции

$$2\ Al_{(к)} + Me_2O_{3(к)} = 2\ Me_{(к)} + Al_2O_{3\ (к)}$$

Какой оксид Cr_2O_3 или Fe_2O_3 является наиболее теплопроизводительным в смеси с алюминиевым порошком, если:

Вещество	Cr_2O_3 (к)	Fe_2O_3 (к)	Al_2O_3 (к)	H_2SO_4(ж)
ΔH^0_{298}	-1140	-822	-1676	-814,2

Ответ: ΔH^0 = -536 кДж/моль (Cr_2O_3); ΔH^0 = -854 кДж/моль (Al_2O_3)

Задача 5.

В реактивном двигателе истребителя "Мессершмитт-153" в качестве горючего использовался гидразин N_2H_4, а окислителя - пероксид водорода H_2O_2

N_2H_4 (ж) + 2 H_2O_2 (ж) = $N_{2(г)}$ + 4$H_2O_{(г)}$

В ракетах американского космического корабля "Аполлон", летавшего на Луну, также использован гидразин, а в качестве окислителя - диоксид азота

N_2H_4 (ж) + N_2O_4 (ж) = 1,5$N_{2(г)}$ + 2$H_2O_{(г)}$

Какой окислитель эффективнее, если известны стандартные энтальпии образования, кДж/моль

Вещество	N_2H_4 (ж)	$H_2O_{(г)}$	$H_2O_{2(г)}$	N_2O_4 (ж)
ΔH^0_{298}	-50,5	--241,8	-188	19

Большее или меньшее количество теплоты выделится, если в качестве окислителя будет работать: а) O_3 с энтальпией образования 142,3 кДж/моль, б) O_2?

Ответ: В качестве окислителя эффективнее H_2O_2, так как тепловой эффект первой реакции выше чем с N_2O_4 ΔH^0 = - 641,7 кДж/моль (H_2O_2); ΔH^0 = - 543,6 кДж/моль (N_2O_4); большее количество теплоты выделяется, если в качестве окислителя будет работать O_3, а не O_2 ΔH^0 = -1886,9 кДж/моль (O_3); ΔH^0 = - 534,1 кДж/моль (O_2)

Задача 6.

Вычислите тепловой эффект реакции восстановления 1 моль Fe_2O_3 металлическим алюминием. Значения стандартных энтальпий образования возьмите из справочных таблиц.

Ответ: - 847,7 кДж.

Задача 7.

При твердении строительного и медицинского гипса происходит реакция присоединения воды к полугидрату сульфата кальция с образованием двуводного сульфата кальция

$CaSO_4 * 0{,}5H_2O + 1{,}5H_2O_{(ж)} \leftrightarrow CaSO_4\ 2H_2O$

Вещество	$CaSO_4\ 0{,}5H_2O$	$H_2O_{(ж)}$	$CaSO_4\ 2H_2O$
ΔH^0_{298}	-1578	--285,8	-2024

Гидратация сульфата кальция - процесс обратимый. Сколько молей воды можно испарить за счет теплоты гидратации одного моля полугидрата, если в процесс испарения воды $H_2O_{2(ж)}$ –- $H_2O_{2(г)}$ энтальпия образования изменяется с -285,8 до 241,8 кДж/моль?

Как удается на практике получать гипсовые изделия?

Ответ: ΔH^0 =17,3 кДж/моль (реакции); ΔH^0 = 44,0 кДж/моль (испарения); ΔH^0(реакции)/ΔH^0(испарения)=0,39 моля

Задача 8.

Газообразный этиловый спирт C_2H_5OH можно получить при взаимодействии этилена C_2H_4 (г) и водяных паров. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект. Данные возьмите из таблиц.

Ответ: - 45,76 кДж.

Задача 9.

Известно, что химические грелки выделяют тепло в течение нескольких часов благодаря химическим реакциям.

$Me_{(к)} + Cu^{2+}{}_{(р)} = Me^{n+}{}_{(р)} + Cu_{(к)}$

Хорошие результаты дает активная масса из хлорида меди, металлических стружек и древесных опилок в присутствии влаги. С помощью расчетов энтальпии для данной реакции покажите, какой из металлов - цинк, железо, алюминий, магний или никель- наиболее эффективен для изготовления химической грелки?

ΔH^0_{298} образования ионов металлов

Катион	Cu^{2+}	Ni^{2+}	Zn^{2+}	Fe^{3+}	Al^{3+}	Mg^{2+}
ΔH^0_{298}	66.9	-53.2	-153.7	-46	-530	-467

Ответ: ΔH^0 = - 220,6 кДж/моль (Zn); ΔH^0 = -112,9 кДж/моль (Fe); ΔH^0 = -596,9 кДж/моль (Al); ΔH^0 = - 120,1 кДж/моль (Ni); ΔH^0 = -533,9 кДж/моль (Mg)

Задача 10.

Вычислите тепловой эффект реакции восстановления оксида железа (П) водородом, исходя из следующих термохимических уравнений:

$FeO\ (к) + CO\ (г) = Fe\ (к) + C0_2\ (г)$ $\quad \Delta H = -\ 13,\ 18$ кДж

$CO\ (г) + ½\ O_2(г) = CO_2\ (г)$ $\quad \Delta H = -\ 283,0$ кДж

$H_2\ (г) + ½\ O_2 = H_2O_{\ (г)}$ $\quad \Delta H = -\ 241,83$ кДж

Ответ: +27,99 кДж

Задача 11.

Какое количество теплоты выделяется при сгорании 1 моля бензина C_8H_{18} в автомобильном двигателе, работающем в следующих режимах:

$C_8H_{18(ж)} + 12,5\ O_{2(г)} = 8CO_{2(г)} + 9H_2O_{(ж)}$

$C_8H_{18(ж)} + 8,5\ O_{2(г)} = 8CO_{(г)} + 9H_2O_{(ж)}$

$C_8H_{18(ж)} + 4,5\ O_{2(г)} = 8C_{(к)} + 9H_2O_{(ж)}$

ДН^дд, кДж/моль -250,8 -285,8 -110,5 -393,5

$\Delta H^0_{298}(C_8H_{18(ж)})$ = -250,8 кДж/моль. Значения энтальпий CO_2, CO и $H_2O_{(ж)}$ взять из таблиц.

Сделать вывод, в каком режиме двигатель работает наиболее эффективно (способен произвести наибольшую работу и обеспечить

выделение наименее вредных продуктов). Какие меры следует предпринять для достижения оптимальной работы двигателя?

Ответ: ΔH^0 = -5469,6 кДж/моль (1); ΔH^0 = -3205,4 кДж/моль (2); ΔH^0 = -2321,4 кДж/моль (3)

Задача 12

При взаимодействии газообразных сероводорода и диоксида углерода образуются пары воды и сероуглерод CS_2 (г). Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.

Ответ: + 65,43 кДж.

Задача 13

Взрывчатые смеси на основе аммиачной селитры являются наиболее распространенными промышленными взрывчатыми веществами. Это объясняется сравнительной безопасностью переработки смесей на ее основе и тем, что в смесях она выполняет роль окислителя, разлагаясь по реакции

$NH_4NO_{3(к)} = N_2(r) + H_2O_{(г)} + 0.5O_{2(г)}$

При недостаточном инициировании и при тепловом взрыве селитра разлагается с выделением токсичных оксидов азота

$4\ NH_4NO_{3(к)} = 3N_{2(г)} + 2NO_{2(г)} + 8H_2O_{(г)}$

Сравнивая величины тепловых эффектов реакций, покажите, оптимально ли используется селитра при неполноценном взрыве. Сколько молей газов выделяется в расчете на 1 моль селитры по той и другой реакции?

Вещество	$NH_4N0_{3(к)}$	$NO_{2(г)}$	$H_2O_{(г)}$
ΔH^0_{298}	-365.4	33	-241.8

Ответ: ΔH^0 = -118,2 кДж/моль (1); ΔH^0 = - 406,8 кДж/моль (2)

Задача 14.

Напишите термохимическое уравнение реакции между CO (г) и водородом, в результате которой образуются CH_4 (г) и H_2O (г). Сколько теплоты выделится при этой реакции?

Ответ: +206,16 кДж.

Задача 15.

При взаимодействии газообразных метана и сероводорода образуются сероуглерод CS_2 (г) и водород. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект.

Ответ: ΔH^0 = + 230,43 кДж.

Задача 16

В качестве компонента горючей смеси топлив можно использовать метан и этан. Определить, какой из двух этих газов в расчете на 1 г наиболее эффективен

$CH_{4(г)} + 2O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 2H_2O_{(г)}$

$C_2H_{6\,(г)} + 3{,}5O_{2(г)} = 2CO_{2(г)} + 3\,H_2O_{(г)}$

если: а) получать кислород из окружающей среды;

б) использовать кислород, запасенный вместе с топливом, как в ракете.

Вещество	$CH_{4(г)}$	$C_2H_{6\,(г)}$	$H_2O_{\,(г)}$	$CO_{2(г)}$
ΔH^0_{298}	-74,9	-88,6	-241.8	-393,5

Ответ: ΔH^0 = - 802,2 кДж/моль (1); ΔH^0 = -1423,8 кДж/моль (2)

Задача 17.

Выделяющуюся в результате брожения глюкозы энергию поглощают микроорганизмы дрожжей, активно участвующие в этой реакции

$C_6H_{12}O_{6(к)} = C_2H_5OH_{(ж)} + CO_{2(г)}$

Полное окисление глюкозы происходит согласно уравнению

$C_6H_{12}O_{6(к)} + 6O_2 = 6CO_{2(г)} + 6H_2O_{(ж)}$

Вещество	$C_6H_{12}O_{6(к)}$	$C_2H_5OH_{(ж)}$	$H_2O_{\,(г)}$	$CO_{2(г)}$
ΔH^0_{298}	-1260.1	- 277,6	- 241.8	- 393,5

Рассчитать, какая часть энергии приходится на долю дрожжей?

Ответ: ΔH^0 = - 81,9 кДж/моль (1); ΔH^0 = - 2653,7 кДж/моль (2);

$\Delta H^0(1) / \Delta H^0(2) = 0,03$

Задача 17

Кристаллический хлорид аммония образуется при взаимодействии газообразных аммиака и хлорида водорода. Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект. Сколько теплоты выделится, если в реакции было израсходовано 10 л аммиака в пересчете на нормальные условия?

Ответ: Q = + 78,97 кДж

Задача 18

Биохимические и химические процессы, протекающие внутри пиритсодержащей горной породы на развитой поверхности микротрещин и пор, сопровождаются выделением тепла. В присутствии влаги с растворенным в ней кислородом воздуха и тионовыми бактериями пирит FeS_2 вступает-в реакцию

$$3,5\ O_{2(г)} + H_2O_{(ж)} + FeS_{2(к)} = FeSO_{4\ (ж)} + H_2SO_{4(ж)}$$

Вещество	$H_2O_{(ж)}$	$FeS_{2(к)}$	$FeSO_{4(\ ж)}$	$H_2SO_{4(ж)}$
ΔH^0_{298}	-74,9	-88,6	-241.8	-393,5

Вычислите тепловой эффект реакции окисления и выщелачивания пирита. Сравните теплопроизводительность этого- процесса с теплотами сгорания угля: 33 кДж/г, метана 50 кДж/г и выскажите мнение о возможности самонагревания пиритсодержащих вскрышных и отвальных пород угольных месторождений. Какая среда создается в водных растворах при окислении и выщелачивании пирита, содержащегося в углях или вмещающих породах?

Ответ: ΔH^0 = -1375,8 кДж/моль

Задача 19.

Вычислите энтальпию образования метана, исходя из следующих термохимических уравнений:

$H_2O_{(г)} + 1/2O_2$ (г) = H_2O (ж); ΔH = - 285,84 кДж

C(к)+0_2 (г)=$C0_2$ (г); ΔH = - 890,31 кДж

CH_4 (г) + 20_2 (г) = $2H_2O$ (ж) + CO_2 (г); ΔH = -890,31 кДж

Ответ: - 74,88 кдж.

Задача 20

Вычислите энтальпию образования гидроксида кальция, исходя из следующих термохимических уравнений:

Ca (к)+ $1/2O_2$(г)=CaO (к); ΔH = - 635,60 кДж

H_2 (г) + $1/2O_2$(г) = H_2O (ж); ΔH = - 285,84 кДж

CaO (к) + H_2O (ж) = $Ca(OH)_2$ (к); ΔH = - 65,06 кДж

Ответ: ΔH = - 986,50 кДж.

Задача 21

Выделенные из соединений мелкодисперсные порошки металлов Fe и Ni обладают пирофорными свойствами, т.е способностью самовозгораться на воздухе при комнатной температуре, образуя красивый дождь искр. Энтальпии образования соответствующих оксидов ΔH^0_{298} (Fe_2O_3) = - 822.2 кДж/моль, ΔH^0_{298}(NiO = - 239,7 кДж/моль.

Частицы какого металла - железа или никеля - при попадании на бумагу прожигают в ней более широкие отверстия?

Ответ: Частицы железа прожигают более широкие отверстия в бумаге по сравнению с частицами никеля

Задача 22. При высокотемпературном выщелачивании в промышленном автоклаве мелкораздробленного концентрата пентландита $FeNiS_2$ переводят 35% связанной серы пентландита в элементарную серу по реакции

$2{,}75O_{2(г)} + FeNiS_2 = 0{,}5\ Fe_2O_{3(к)} + 4S_{(к)} + NiSO_{4(р)}$

Вещество	$NiSO_{4(р)}$	$Fe_2O_{3(к)}$	$FeNiS_2$
ΔH^0_{298}	--873.5	825	--200.4

Тепловой эффект этого окислительного выщелачивания составляет -8500 кДж/кг. Сравнить этот тепловой эффект с расчетным и объяснить возможные причины расхождения.

Ответ: $\Delta H^0 = -1458{,}4$ кДж/кг

Задача 23. При добыче полезных ископаемых используются взрывчатые вещества. К ним относится нитрат аммония, который разлагается при взрыве с теплотой взрыва 1500 кДж/кг

$NH_4NO_{3(к)} = -N_{2(г)} + 2H_2O_{(г)} + 0{,}5O_{2(г)};\ \Delta H^0_{298}$

Вещество	$NH_4NO_{3(к)}$	$2H_2O_{(г)}$
ΔH^0_{298}	- 365.4	241.8

Более высокими энергетическим показателями характеризуются аммоналы - смеси NH_4NO_3 с алюминием. Теплота взрыва 5800 кДж/кг.

$2Al_{\{к)} + 3NH_4NO_{3(к)} = Al_2O_{3(к)+}6H_2O_{(г)+}\ 3N_{2(г)}$

Вещество	$NH_4NO_{3(к)}$	$Al_2O_{3(к)+}$	$H_2O_{(г)}$
ΔH^0_{298}	--365.4	-1676	--241.8

Произведите пересчет полученных тепловых эффектов этих реакций на приведенные энтальпии взрывов. Сколько молей газов выделяется при взрыве 1 моля а) селитры, б) селитры в составе аммонала?

Ответ: Смоль (1); $\Delta H^0 = -2030{,}6$ кДж/моль (2)

Задача 24

Тепловой эффект реакции сгорания жидкого бензола с образованием паров воды и диоксида углерода равен -3135,58 кДж. Составьте термохимическое уравнение этой реакции и вычислите энтальпию образования C_6H_6(ж).

Ответ: +49,03 кДж.

Задача 25

При взаимодействии трех молей оксида азота N_2O с аммиаком образуются азот и пары воды. Тепловой эффект реакции равен - 877,76 кДж. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите энтальпию образования N_2O(г).

Ответ: +81,55 кДж.

Задача 26

При сгорании газообразного аммиака образуются пары воды и оксид азота NO (г). Напишите термохимическое уравнение этой реакции, вычислив ее тепловой эффект в расчете на 1 моль NH_3 (г).

Ответ: ΔH = - 226,18 кДж.

Задача 27

В технологии химического обогащения руд используется процесс выщелачивания золотосодержащего пирита FeS_2 по уравнению

$3{,}5O_{2(г)} + FeS_{2(к)} + 4OH^-_{(р)} = Fe(OH)_{2(К)} + 2SO_4^{2-}{}_{(р)} + H_2O_{(ж)}$

Вещество	$FeS_{2(к)}$	$OH^-_{(р)}$	$Fe(OH)_{2(К)}$	$SO_4^{2-}{}_{(р)}$	$H_2O_{(ж)}$
ΔH^0_{298}	-163	-230.2	-561.7	-911	-285.8

Окисление тонкого порошка, содержащего 35% пирита, происходит при 80°С и сопровождается выделением 15 кДж/г. Сравните этот тепловой эффект с расчетным и объясните возможные причины расхождения.

Ответ: ΔH^0 = - 11,2 кДж/г

Задача 28. Демонстрационный эксперимент - разложение бихромата аммония - производит впечатление извержения вулкана, сопровождается искрением, образованием объёмного зелёного осадка

$(NH_4)_2Cr_2O_{7(к)} = N_{2(г)} + Cr_2O_{3(к)} + 4\ H_2O_{(ж)}$

Почему среди продуктов реакции не обнаруживается вода?

Ответ: ΔH^0 = - 484,2 кДж/моль

Задача 29. Сгорание черного пороха в закрытом цилиндре происходит согласно реакции

$2KNO_{3(к)} + 3C_{(к)} + S_{(к)} = K_2S_{(к)} + 3CO_{2(г)} + N_{2(г)}$

Вещество	$KNO_{3(к)}$+C +S	$K_2S_{(к)+}$	$CO_{2(г)}$
ΔH^0_{298}	--365.4	--428	--393.5

Определите тепловой эффект превращения 135 г смеси нитрата калия, угля и серы (молярная масса пороха 270 г/моль). Во сколько раз изменится при взрыве объем смеси, если объем 1 моль исходной смеси составил 0,1л?'

Ответ: ΔH^0 = -557,8 кДж; Объем смеси увеличится в 896 раз

Задача 30. На территорию площадью 30 тысяч квадратных километров (примерно площадь Бельгии или Армении) выпало 24 мм дождя, что составило $72*10^{10}$ килограммов воды.

Рассматривайте конденсацию воды из облаков как превращение $H_2O_{(г)} \rightarrow H_2O_{(ж)}$ ΔH^0_{298} = -44 кДж/моль.

При взрыве одного килограмма тринитротолуола (тротила) выделяется энергия, равная 400С кДж. Сколько мегатонн тротила (1 мегатонна – 10^6 тонн) при взрыве выделят такую же энергию, какая рассчитана для выпавшего дождя?

Поразмышляйте над полученными цифрами.

Ответ: ΔH^0 = $-1,76*10^{15}$ кДж; Такая энергия равна 440 мегатонн тротила

Задача 31

Реакция горения метилового спирта выражается термохимическим уравнением:

$CH_3OH(ж) + 3/2O_2 (г) = CO_2 (г) + 2H_2O (ж)$;

Вычислите тепловой эффект этой реакции, если известно, что энтальпия парообразования CH_3OH (ж) равна +37,4 кДж.

Ответ: - 726,62 кДж.

Задача 32

Напишите термохимическое уравнение реакции горения1 моль этилового спирта, в результате которой образуются пары воды и оксид

углерода (IV). Вычислите теплоту образования C_2H_5OH (ж). $\Delta H_{р-и}$ =-1234,85 кДж.

Ответ: -277,6 кДж/моль

Задача 33

Реакция горения бензола выражается термохимическим уравнением:

C_6H_5 (ж) + 7*1/2 O_2(г) = 6CO_2 (г) + 3H_2O (г) ΔH = ?

Вычислите тепловой эффект реакции, если известно, что молярная теплота парообразования бензола равна +33,9 кДж.

Ответ:ΔH - 3135,58 кДж.

Задача 34

Вычислите тепловой эффект и напишите термохимическое уравнение реакции горения 1 моль этана C_2H_6 (г), в результате которой образуются пары воды и диоксид углерода. Сколько теплоты выделится при сгорании 1 $м^3$ этана в пересчете на нормальные условия?

Ответ: 63742,86 кДж.

Задача 35

Реакция горения аммиака выражается термохимическим уравнением:

4NH_3 (g) + 3O_2(g) = 2N_2(g) + 6$H_2O_{(ж)}$; ΔH = -1530,28 кДж.

Вычислите энтальпию образования NH_3(г).

Ответ: ΔH= -46,19 кДж.

Задача 36

Энтальпия растворения безводного хлорида стронция $SrCl_2$ равна -47,70 кДж, а энтальпия растворения кристаллогидрата $SrCl_2$ 6H_2O равна +30,96 кДж. Вычислите энтальпию гидратации $SrCl_2$.

Ответ: ΔH = -78,66 кДж.

Задача 37

Энтальпия растворения сульфата меди $CuSO_4$ и медного купороса $CuSO_4\ 5H_2O$ соответственно равны -66,11 кДж и +11,72 кДж. Вычислите энтальпию гидратации $CuSO_4$.

Ответ: ΔH = -77,83 кДж.

Задача 38

При получении эквивалентной массы гидроксида кальция из CaO (к) и H_2O (ж) выделяется 32,53 кДж теплоты. Напишите термохимическое уравнение этой реакции и вычислите энтальпию образования оксида кальция.

Ответ: ΔH = -635,6 кДж.

Пример расчета изменений внутренней энергии системы.

Задача 39

Рассчитайте изменение внутренней энергии системы в стандартных условиях (ΔU°) при протекании реакции

$2Cl2 + 2H_2O(г) \rightarrow 4HCl(г) + O_2$,

если стандартные энтальпии образования H_2O и хлороводорода (HCl) соответственно равны -241,84 и 92,3 кДж/моль.

Решение. Изменение внутренней энергии рассчитывается по формуле ΔU=ΔH-A, для газов A (работа расширения) = ΔnRT →

$\Delta U = \Delta H - \Delta nRT$,

где Δn - изменение числа моль газообразных продуктов реакции и исходных веществ. Для данной реакции Δn = 5-4 = 1 моль.

Рассчитаем ΔH°р-ции, используя следствие из закона Гесса:

$\Delta H°р\text{-ции} = 4\Delta H_{(HCl)} - 2\Delta H_{(H2O)} = 4(-92,3)-2(-241,84) = 114,48$ кДж/моль;

R – газовая постоянная, равна $8,3 \cdot 10^{-3}$ кДж/моль·К; T = 298 К (25°C).

Рассчитываем изменение внутренней энергии:

$\Delta U° = 114,48 – 1 \cdot 8,3 \cdot 10^{-3} \cdot 298 = 112,0$ кДж/моль.

Следовательно, в процессе реакции внутренняя энергия увеличилась на 112 кДж/моль.

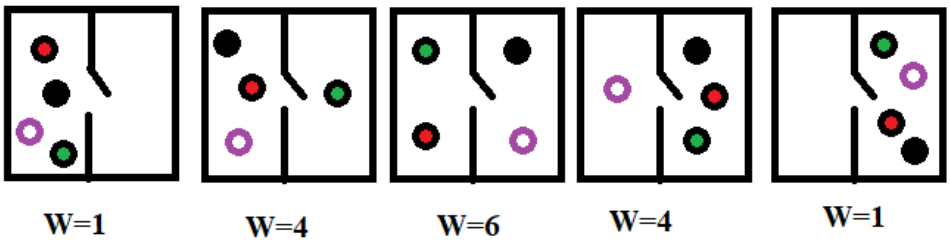
РАЗДЕЛ III. Второе начало термодинамики.

3.1. Вычисление энергий Гиббса и определение направления химических реакций.

Предмет химии – химическая реакция. В результате химической реакции исчезают одни и образуются другие химические вещества, при которых обязательно выделяется или поглощается энергия. Таким образом, химическая реакция состоит в изменении строения и энергии испытывающей химическое превращение системы. Большинство химических реакций в мире необратимо, так что мир изменяется в некотором направлении. Говорят, что всякая система стремится перейти в состояние с наименьшей энергией. Но если энергия одной системы понижается, то должна повышаться энергия какой-то другой системы. Самопроизвольные процессы могут идти как с выделением, так и поглощением энергии системой. Наиболее очевидный пример – обратимые химические реакции, которые в одном направлении могут идти с выделением, а в другом- с поглощением энергии. На самом деле самопроизвольными являются такие процессы, которые сопровождаются диссипацией (рассеиванием) энергии без изменения ее общего количества в мире. Что такое рассеивание в физическом смысле? Это максимально равномерное распределение энергии и вещества, при котором выравниваются интенсивные (не зависящие от числа молей вещества в системе) параметры системы. К ним относятся температура, давление, электрический потенциал, а в гомогенных системах – плотность и концентрация. Система с интенсивными параметрами, одинаковыми во всех частях системы, является равновесной, в ней происходят только обратимые процессы, ее свойства не меняются во времени. Такое состояние системы является наиболее вероятным. Покажем это на следующем примере.

Пусть мы имеем изолированную систему, состоящую из ящика, в котором находятся 4 абсолютно одинаковых по физическим свойствам молекулы. Чтобы их различать, можно их пронумеровать или покрасить в

разные цвета. Молекулы свободно двигаться по всему объему и способны находится в обеих половинках ящика, попадая в ту или другую половину случайным образом. На рисунке показаны возможные варианты их распределения по двум половинкам сосуда. Назовем эти варианты состояниями системы. Очевидно, что состояние 1 (0:4) может быть реализовано единственным способом: $W_1 = 1$ (W – число способов, которым может быть реализовано данное состояние системы или же *термодинамическая вероятность системы*).



Для состояния 2 (1:3) возможно 4 варианта распределения молекул (в левой половине сосуда может быть любая из четырех молекул): $W_2=4$. Для состояния 3 (2:2) $W_3 = 6$. Далее $W_4= W_2$; $W_5= W_1$. Таким образом, существует $W_1+ W_2 + W_3 + W_4 + W_5 =16$ способов размещения четырех молекул по двум половинкам сосуда. Какое же состояние наиболее вероятно при случайном распределении молекул? Очевидно, то, которое возникает в большем числе случаев – то есть, равномерное распределение. Система самопроизвольно переходит от менее вероятных распределений (0:4) и (1:3) к более вероятному (2:2). *В результате случайных движений происходит направленный самопроизвольный процесс.*

С увеличением числа молекул вероятность отклонения от равномерного распределения быстро уменьшается и становится ничтожно малой для макроскопических систем. Например, в объеме газа 0,2 мкм^3 отклонение плотности на 1% происходит каждые 10^{-9} сек. Вероятность того, что плотность в объеме газа 1мм^3 будет отличаться от средней на 0,01%, равна 10^{-60}.

Для реальных веществ величина $W = 10^n$, где n=10 10^{23} , то есть, $W=10^{240}$.

Если учесть, что наша Вселенная содержит 10^{100} частиц, то понятно, что пользоваться этой величиной чрезвычайно неудобно.

В реальности мерой вероятности существования системы в том или другом состоянии является *э н т р о п и я* (S), связанная с термодинамической вероятностью (W) уравнением Больцмана.

$$S = k\ln W$$

k – это константа Больцмана, одна из фундаментальных мировых констант.

k = 1,38 10^{-23} Дж/К. Обратите внимание на порядок численного значения. Сравним с числом Авогадро N_A = 6,02 10^{23}. Так что, фундаментальные константы показывают нам, что все в мире взаимосвязано.

С увеличением термодинамической вероятности увеличивается и энтропия. То есть, тенденция к равномерному распределению частиц, наблюдаемая в самопроизвольных процессах связана с увеличением энтропии ($\Delta S>0$).

Величина энтропии в термодинамических таблицах дается в расчете на 1 моль, тогда ее размерность Дж/(К моль).

Чем меньшим числом способов описывается система, тем выше в ней порядок. Следовательно, увеличение энтропии является мерой увеличения беспорядка в системе.

Представим себе идеальный кристалл из 20 атомов, в котором все атомы расположены строго на определенных позициях. В таком кристалле W=1. Энтропия в таком кристалле равна 0.

Если в этом кристалле есть хоть одна вакансия (удаленный атом, причем мы не знаем, который из 20), то реализация состояния такой системы может осуществляться W способами, а энтропия такого кристалла $S = k\ln W >> 0$. При повышении температуры даже в идеальном кристалле появляются атомы или ионы, имеющие разную энергию. Следовательно, при повышении температуры энтропия возрастает. Повышение температуры определяется сообщением системе некоторого количества теплоты. В этом случае изменение энтропии описывается формулой

$$\Delta S = \frac{Q}{T}$$

Если система поглощает теплоту, то ее энтропия увеличивается ($\Delta S>0$). Если система теряет теплоту, то ее энтропия уменьшается ($\Delta S<0$).

Энтропии многих веществ вычислены или определены экспериментально и приведены в справочниках. Для вычисления изменения энтропии в химических реакциях применимо использование следствия из закона Гесса, поскольку энтропия (как и энтальпия, внутренняя энергия), является функцией состояния системы. Поэтому изменение энтропии в химической реакции описывается как разность энтропий продуктов и реагентов:

$\Delta S_{р\text{-}и} = \Sigma S^0_{прод} - \Sigma S^0_{исх.}$

Например

$2H_2 + O_2 = 2H_2O$ $\Delta H_{среды} = + 571,7$ Кдж; ($\Delta H_{системы} = - 571,7$ Кдж)

Соединение	H_2	O_2	$H_2O_{(ж)}$
S^0_{298} : Дж/моль□К	130,6	205,1	69. 9

$\Delta S_{р\text{-}и} = 2\square 69.9 - (2\square 130,6 + 205,1) = -326,5$ Дж/К

В этом процессе изменение энтропии намного меньше нуля, следовательно, он невозможен как самопроизвольный. Тем не менее, известно, что реакция соединения водорода и кислорода идет со взрывом (взрыв гремучего газа).

Дело в том, что в результате реакции изменяется не только система, но и окружающая среда, в которую выделилась теплота реакции, при этом энтропия среды тоже изменяется. Таким образом, информации об энтропиях участвующих в реакции веществ недостаточно для решения вопроса о ее протекании. Нужно учитывать не только изменение энтропии системы ($\Delta S_{сист}$), но и изменение энтропии среды ($\Delta S_{ср}$). Критерий возможности самопроизвольного процесса – суммарное увеличение системы и окружающей среды, которое называют изменением *энтропии мира* ($\Delta S_м$).

$\Delta S_м = \Delta S_{сист} + \Delta S_{ср}$

В данном случае $\Delta S_{сист}$ = -326,5 Дж/К. В окружающей среде рассеялась теплота +571,7 Кдж и при комнатной температуре изменение энтропии среды

$\Delta S_{ср} = \Delta H_{ср}/T = 5717000/298 = 1918,5$ Дж/К

Тогда

$\Delta S_{м} = \Delta S_{сист} + \Delta S_{ср} = -326,5 + 1918,5 = 1592,0$ Дж/К >> 0

Именно поэтому данный процесс осуществляется как самопроизвольный. Для проведения его в противоположном направлении (разложение воды) при комнатной температуре необходимо затратить работу, например, электрического тока.

Таким образом

$\Delta S_{м} = \Delta S_{сист} + \Delta S_{ср} = \Delta S_{сист} + \Delta H_{ср}/T = \Delta S_{сист} - \Delta H_{сист}/T$

Условие возможности протекания самопроизвольного процесса в некоторой системе (где изменения энтропии и энтальпии относятся только к самой системе)

$\Delta S - \Delta H/T > 0$ или $\Delta H - T\,\Delta S < 0$

Это выражение обозначается как ΔG:

$\Delta G = \Delta H - T\Delta S$

Знак этой функции определяет направление процесса. G – это еще одна функция состояния системы, называемая энергией Гиббса или изобарно-изотермическим потенциалом, а также свободной энергией системы. В системе возможет только тот процесс, в результате которого свободная *энергия системы уменьшается $\Delta G<0$.*

$\Delta G = \Delta H - T\,\Delta S$ – это основное уравнение химической термодинамики, так как связывает возможность протекания химической реакции с изменениями H и S. Анализ уравнения показывает, что знак изменения свободной энергии зависит от знаков и относительных величин изменения энтальпии и энтропии, а также от температуры.

При низких температурах член $T\Delta S$ мал и величина ΔG будет определяться величиной и знаком ΔH. Это означает, что при низких температурах самопроизвольно происходят преимущественно

экзотермические реакции ($\Delta H<0$), то есть, как правило, реакции соединения. При высоких температурах член $T\Delta S$ велик и величина ΔG будет определяться величиной и знаком ΔS. Это означает, что при высоких температурах преимущественно самопроизвольно происходят эндотермические реакции ($\Delta H <0$). А это, как правило, реакции разложения. Поэтому при достаточно больших температурах не могут существовать сложные системы. Начиная с некоторых температур не существуют молекулы, а затем и атомы. Так, на Солнце нет атомов, а есть смесь атомных ядер, многозарядных ионов и электронов.

ΔG – функция состояния системы, поэтому возможность самопроизвольности реакции может быть также рассчитана исходя из свободных энергий образования реагентов и продуктов реакции, которые также являются справочными данными.

3.2. Примеры решения задач.

Пример 1.

Смесь сульфидных минералов в сернокислой среде окисляют кислородом воздуха. Рассчитайте стандартную энергию Гиббса реакции

$$0{,}5\ O_{2(г)} + 2H^+ + SO_4^{2-} + PbS_{(к)} = PbSO_{4(к)} + H_2O_{(ж)}$$

ΔG^o_{298}, кДж/моль	-745	-98,8	-813,8	-237,2

и укажите, будет ли в стандартных условиях галенит PbS окисляться до англезита $PbSO_4$?

Решение.

$\Delta G_{р\text{-}и} = (-813{,}8 - 237{,}2) - (-74\ 5 - 98{,}8) = -207{,}2$ кДж

Данная реакция при стандартных условиях будет протекать самопроизвольно, так как $\Delta G_{р\text{-}и} < 0$.

Эти расчеты можно произвести по формуле $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$, если отсутствуют данные значений свободной энергии для каких-либо компонентов реакции. При таких расчетах необходимо учитывать размерность стандартных величин энтальпии (кДж/моль) и энтропии (Дж/моль К). кроме того, знание величин ΔH и ΔS необходимо при расчетах $\Delta G_{р\text{-}и}$ при различных температурах.

Пример 2.

Возможна ли реакция восстановления Fe_2O_3 углеродом при температурах 500 и 1000 К?

$Fe_2O_{3(к)} + 3C(к)=2Fe(к)+3CO(г)$; $\Delta H_{р-и}=490,54$кДж

Решение.

Стандартная энтропия реакции ΔS_r^0

$\Delta S_{р-и}=3\ S^0(CO)_+2S^0(Fe)-S^0(Fe_20_3)-3S^0(C) = 3\cdot197,91 + 2\cdot27,2 - 89,96 -3\cdot5,69 = 541$ Дж/(К·моль).

Энергия Гиббса при 500 и 1000К:

$\Delta G°_{500} = \Delta H_{р-и}^0 - T\cdot\Delta S^0 = 490,54 – 500 \cdot 0,541 = +219,99$ кДж;

$\Delta G°_{1000} = 490,54 – 1000 \cdot 0,541 = -50,56$ кДж.

Ответ: восстановление возможно при 1000К ($\Delta G°_{1000}< 0$) и невозможно при 500 К ($\Delta G°_{500} >0$).

3.2. Термодинамическое равновесие

Итак, при постоянстве температуры и давления в системе самопроизвольно протекают только процессы, ведущие к уменьшению энергии Гиббса. В состоянии равновесия энергия Гиббса равна нулю.

$\Delta G<0$ - реакция самопроизвольно протекает в прямом направлении;

$\Delta G>0$ - в обратном направлении

$\Delta G=0$ - реакция находится в состоянии равновесия.

Критериями направления самопроизвольного протекания необратимых процессов являются неравенства $\Delta G<0$ (для закрытых систем), $\Delta S>0$ (для изолированных систем). В самопроизвольной реакции:

- $\Delta G<0$; $\Delta S>0$: направление реакции →
- $\Delta G>0$; $\Delta S<0$: направление реакции ←

Таким образом, *любая химическая реакция протекает самопроизвольно только в направлении, приближающем систему к состоянию равновесия.* Движущей силой данного процесса является *изменение изобарно-изотермического потенциала системы* ΔG. Чем ΔG меньше, тем

дальше система находится от состояния равновесия и тем более она реакционноспособна. Равновесие может существовать только для обратимых реакций.

По признаку обратимости все химические реакции делятся на **обратимые** и **необратимые**.

Необратимые химические реакции при данных условиях самопроизвольно протекают только в одном направлении и при этом получившиеся продукты не взаимодействуют друг с другом с образованием исходных веществ. В связи с этим необратимые реакции заканчиваются либо полным расходованием всех исходных веществ (если они взяты в стехиометрическом соотношении), либо – одного из них, находящегося в недостатке (если исходные вещества взяты в нестехиометрическом соотношении). *Реакция с высокой долей вероятности будет необратимой, если при ее протекании выделяется или затрачивается большое количество энергии.*

Важно понимать, что обратимость реакции по направлению нельзя отождествлять с термодинамической обратимостью процесса осуществления этой реакции. *Реакция может быть обращена по направлению при изменении условий*, например, при понижении или повышении температуры.

Итак, реакция не идет ни в одном из направлений, если $\Delta G = \Delta H - T\Delta S = 0$. При $\Delta G = 0$ $\Delta H = T\,\Delta S$. И $T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$. Эта температура называется температурой термодинамического равновесия. Осуществление реакции при этой температуре невозможно ни в прямом, ни в обратном направлении. Диапазон температур термодинамического равновесия теоретически достаточно обширен – от $T > 0$ К и выше. Температура ниже 0 К невозможна, а что касается другого конца температурной шкалы, то здесь стоит ограничиться реальными температурами, при которых не происходит распада молекул на ядра, электроны и другие частицы, что имеет место, например, на Солнце. Таким образом, при ответе на вопрос, при какой температуре данная реакция, протекающая самопроизвольно при стандартных условиях, может пойти в

обратном направлении, следует обратить внимание на реальность протекания процесса при вычисленной температуре. Если же при расчетах Т получилась отрицательная величина, то при ответе на вопрос следует сказать, что для данной реакции термодинамическое равновесие невозможно.

3.4. Примеры решения задач.

Пример 3.

При какой температуре наступит равновесие системы

$4HCI_{(г)} + O_{2\,(г)} = 2H_2O_{\,(г)} + 2C1_{2\,(г)}$; $\Delta H_{р\text{-}и} = -114{,}42$ кДж

Хлор или кислород в этой системе является более сильным окислителем и при какой температуре?

Решение:

Уравнение реакции имеет вид:

$$4HCI_{\,(г)} + O_{2\,(г)} = 2H_2O_{\,(г)} + 2C1_{2\,(г)};\ \Delta H_{р\text{-}и} = -114{,}42 \text{ кДж}$$

$\Delta H_{р\text{-}и} < 0$, значит, реакция экзотермическая, идёт с выделением теплоты. Находим $\Delta S_{р\text{-}и}$ из соотношения:

$$\Delta S_{р\text{-}и} = \Delta S_{р\text{-}и} = \Sigma S^0_{прод} - \Sigma S^0_{исх}$$

Для данной реакции:

$$\Delta S_{р\text{-}и} = 2\Delta S^0(H_2O) + 2\Delta S^0(Cl_2) - (4\Delta S^0(HCl) + \Delta S^0(O^2);$$

$$\Delta S_{р\text{-}и} = 2(188{,}72) + 2(222{,}95) - [4(186{,}69) + 205{,}03] = 128{,}41 \text{ Дж/моль}\square\text{К}.$$

Зная ΔH и ΔS, и, то, что $\Delta G = 0$ можно вычислить температуру, при которой наступит равновесие системы.

При $\Delta G = 0$ получим равенство:

$$\Delta H = T\,\Delta S$$

$$\text{Тогда } T = \frac{\Delta H}{\Delta S}$$

$$T = 114{,}42/(128{,}41 \cdot 10^{-3}) = 891 \text{ K}.$$

Находим энергию Гиббса реакции:

$$\Delta G = \Delta H - T\Delta S = -114{,}42 - 298(-0{,}12841) = -76{,}15 \text{ кДж}.$$

Так как $\Delta G<0$, то реакция при стандартных условиях возможна, т.е. будет идти окисление хлора и при данных условиях (Т = 298) кислород является более сильным окислителем до температуры 891 К, т. е. до тех пор пока не наступит состояние равновесия системы, а выше 891 К более сильным окислителем станет кислород и реакция пойдет в обратном направлении.

Ответ: 891 К.

Пример 4

Восстановление Fe_2O_3 водородом протекает по уравнению

Fe_2O_3 (к) + $3H_2$ (г) = 2 Fe (к) + $3H_2O$ (г); ΔH = + 96,61 кДж

Возможна ли эта реакция при стандартных условиях, если изменение энтропии ΔS = 0,1387 кДж/(моль•град)? При какой температуре начнется восстановление Fe_2O_3?

Решение.

Вычисляем ΔG^0 реакции $\Delta G == \Delta H - T\Delta S$ = 96,61 -298 0,1387 = +55,28 кДж. Так как $\Delta G >0$, то реакция при стандартных условиях невозможна; наоборот, при этих условиях идет обратная реакция окисления железа (коррозия). Найдем температуру, при которой $\Delta G = 0$

ΔH=96,61 кДж.

$\Delta H = T\Delta S$; $T = \Delta H/\Delta S$ = 96,61/0,1387 = 696,5 К.

Следовательно, при температуре 696,5 К начнется реакция восстановления Fe_2O_3. Иногда эту температуру называют температурой начала реакции.

3.5. Контрольные вопросы и задания

Если значения термодинамических параметров, необходимые для решения задач, не приведены в условии, смотрите их в Приложении.

Задача 1. Считают, что большая роль в возникновении самородной серы в зонах окисления сульфидных месторождений принадлежит сульфату железа (Ш). Это соединение очень активно растворяет пирит FeS_2. Приведенная ниже реакция в отсутствии или при пониженном содержании кислорода может привести к образованию самородной серы

$$FeS_{2(k)} + 2Fe^{3+}_{(ж)} = 3Fe^{2+}_{(ж)} + 2S_{(к)}$$

Соединение	FeS_2	Fe^{3+}	$H_2S_{(ж)}$	Fe^{2+}
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-151,8	-4,5	-27,9	-79

Предполагают в этих же условиях образование серы при взаимодействии сульфата железа с сероводородом - продуктом разложения сульфидов в кислой среде

$$Fe^{3+}_{(ж)} + 0{,}5H_2S_{(г)} = H^+_{(ж)} + Fe^{2+}_{(ж)} + 0{,}5S_{(к)}$$

Возможны ли эти процессы в стандартных условиях?

Ответ ΔG^0 = -76,2 кДж/моль (1); ΔG^0 = -60,5 кДж/моль (2)

Задача 2. Неорганические реагенты – комплексообразователи применяются для извлечения ценных компонентов из руд и концентратов. Способны ли цианистые растворы избирательно растворять металлическое золото в присутствии кислорода по реакции

$$2Au_{(к)} + 0{,}5\,O_2 + 4CN^-_{(ж)} + H_2O_{(ж)} = 2[Au(CN)_2]^-_{(ж)} + 2\,OH^-_{(ж)}$$

Соединение	CN^-	H_2O	$[Au(CN)_2]^-$	OH^-
ΔG^0_{298} : кДж/моль	171,6	-237,2	269,4	-157,4

Ответ ΔG^0 = -225,2 кДж/моль

Задача 3.

Покажите расчетом, может ли в стандартных условиях протекать процесс серпентинизации форстерита?

$Mg_2SiO_4 + 3H_2O_{(ж)} = Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4 + Mg(OH)_2$

форстерит серпентин

Соединение	Mg_2SiO_4	H_2O	$Mg_3(Si_2O_5)(OH)_4$	$Mg(OH)_2$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-63,2	-237,2	-171,4	-735,7

Ответ ΔG^0 = -69,1 кДж/моль

Задача 4

Охарактеризуйте кислотно-основные свойства гидроксида цинка, вычислив изменение изобарно-изотермического потенциала для реакций

$Zn(OH)_{2(к)} + 2H^+_{(ж)} = Zn^{2+}_{(ж)} + 2H_2O_{(ж)}$

$Zn(OH)_{2(к)} + 2OH^-_{(ж)} = Zn[(OH)_4]^{2-}_{(ж)}$

Соединение	$Zn(OH)_{2(к)}$	$Zn^{2+}_{(ж)}$	$OH^-_{(ж)}$	$H_2O_{(ж)}$	$Zn[(OH)_4]^{2-}_{(ж)}$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-556	-347,3	-157,4	-237,2	-905,4

Ответ ΔG^0 = -65,7 кДж/моль (1); ΔG^0 = -34,6 кДж/моль (2)

Задача 5- Атмосферный озоновый слой на высоте 20-30 км играет большую роль в обеспечении условий жизни на земле. Озон задерживает вредное для жизни ультрафиолетовое излучение солнца. С другой стороны, он поглощает инфракрасное излучение земли, препятствуя ее охлаждению. Предполагают, что выделяющийся с выхлопными газами автотранспорта оксиды азота реагируют с озоном

$NO_{(г)} + O_3(г) = O_{2(г)} + NO_{2(г)}$

$NO_{2(г)} + O_{3(г)} = N_2O_{5(г)} + O_{2(г)}$

Установите, разрушают ли оксиды азота озоновый слой в стандартных условиях?

Может ли в стандартных условиях образовываться озон из O_2?

Ответ ΔG^0 = -197,8 кДж/моль (1); ΔG^0 = -151,5 кДж/моль (2)

Задача 6. Химическую посуду для лабораторных опытов следует подбирать с учетом свойств реагирующих веществ.

Укажите, можно ли выпаривать щелочь в стеклянном сосуде, если при этом предполагается такое взаимодействие

$SiO_{2(к)+}\ 2NaOH_{(ж)} = Na_2SiO_{3(ж)} + H_2O_{(ж)}$

Ответ ΔG^0 = -32,3 кДж/моль

Задача 7. Метан выделяется из каменных углей при нагнетании в толщу рабочих жидкостей, которые реагируя с осадочными минералами, в частности, с карбонатами, растворяют их, увеличивая газопроницаемость угольного пласта.

Определите, пригодна ли для использования в качестве рабочей жидкости соляная кислота для растворения карбонатов магния и кальция.

$MeCO_{3(к)} + 2H^+ = Me^{2+} + H_2O_{(ж)} + CO_{2(г)}$

Соединение	$CaCO_{3(к)}$	Mg^{2+}	$MgCO_{3(к)}$	Mg^{2+}	Ca^{2+}
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-1128,8	-455	-1012	-455	-553

Ответ ΔG^0 = -74,4 кДж/моль ($MgCO_3$); ΔG^0 = -55,4 кДж/моль ($CaCO_3$)

Задача 8 В процессе контактного метаморфизма в доломитах, содержащих кремнезем, происходит образование диопсида

$CaMg(CO_3)_{2(к)} + 2SiO_{2(к)} = CaMg(SiO_3)_2 + CO_{2(г)}$

Доломит диопсид

Соединение	$CaMg(CO_3)_{2(к)}$	$2SiO_{2(к)}$	$CaMg(SiO_3)_2$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-216	-855	-151

Служит ли температура одним из факторов этого типа мезоморфизма?

Ответ ΔG^0 = 2939,2 кДж/моль

Задача 9. Определите, будут ли при стандартных условиях протекать следующие взаимодействия между наиболее распространенными компонентами земной атмосферы

$N_{2(г)} + O_{2(г)} = 2NO_{(г)}$; $N_{2(г)} + 2H_2O_{(ж)} = NH_4NO_{2(ж)}$;

$N_{2(г)} + 5O_{2(г)} + 2H_2O_{(ж)} = 4HNO_{3(ж)}$

Ответ ΔG^0 = 173,2 кДж/моль (1); ΔG^0 = 357,6 кДж/моль (2); ΔG^0 = 151,2 кДж/моль (3)

Задача 10. В результате действия на известняки растворов, содержащих повышенные концентрации ионов магния и сульфат-ионов, образуется доломит

$CaCO_{3(к)} + Mg^{2+} + SO_4^{2-} + 2H_2O_{(ж)} = Ca(MgCO_3)_2 + CaSO_4 \square 2H_2O$

Кальцит доломит гипс

Соединение	$CaCO_{3(к)}$	Mg^{2+}	SO_4^{2-}	$Ca(MgCO_3)_2$	$CaSO_4 \square 2H_2O$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-1128,8	-455	-745	-2173	-1799

Происходит ли доломитизация известняков в стандартных условиях? Возможен ли парагенезис (совместное образование) доломита с гипсом?

Ответ ΔG^0 = -1168,8 кДж/моль

Задача 11. Сравните изменение стандартной, энергии Гиббса образования AlgSg из простых веществ и из ионов в водном растворе

$2A1_{(к)} + 3S_{(к)} = A1_2S_{3(к)}$; $2A1^{3+}{}_{(ж)} + 3S^{2-}{}_{(ж)} = A1_2S_{3(к)}$

Устойчив ли осадок $A1_2S_3$ в водном растворе?

Покажите расчетами возможность полного разложения сульфида алюминия до основания и кислоты по реакции

$A1_2S_{3(к)} + 6H_2O_{(ж)} = 2\ Al(OH)_3 + 3H_2S_{(г)}$

Как называются такие реакции? Какие обозначения приняты для солей, подверженных полному распаду, в таблице растворимости солей, кислот и оснований?

Соединение	$Al^{3+}_{(ж)}$	S^{2-}	$Al(OH)_{3(к)}$	$H_2S_{(г)}$	$Al_2S_{3(к)}$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-490,5	92,5	-1157,0	-33,8	-492,5

Ответ ΔG^0 = -499,7 кДж/моль

Задача 12. Для переработки марганцевых руд предлагается способ, основанный на выщелачивании крепким раствором хлорида кальция. При этом получается достаточно концентрированный раствор хлорида марганца. Возможно ли осаждение Mn в виде гид роксида $Mn(OH)_2$ из раствора $MnC1_2$ гидроксидом кальция (с одновременной регенерацией хлорида кальция) в стандартных условиях, если стандартные энергии Гиббса образования в кДж/моль

-157,4 -518,7

Соединение	$Mn^{2+}_{(ж)}$	$OH^-_{(ж)}$	$Mn(OH)_{2(к)}$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-227,6	-157,4	-618,7

Ответ ΔG^0 = -76,4 кДж/моль

Задача 13. К сожалению, известны случаи самопроизвольных взрывов зарядов в скважинах, заполненных аммонитами, при добыче сульфидных руд. Исследователи предполагают, что причиной самопроизвольных взрывов является взаимодействие аммиачной селитры с сульфидами (пиритом) в сильнокислой среде

$NH_4NO_{3(к)} + 0{,}2FeS_2(к) + 0{,}4\ H_2SO_{4(ж)} = Fe_2(SO_4)_{3(к)} + 0{,}5\ (NH_4)_2SO_{4(к)} + NO_{(г)} + 0{,}4H_2O_{(ж)}$

Соединение	$NH_4NO_{3(к)}$	$FeS_2(к)$	$H_2SO_{4(ж)}$	$Fe_2(SO_4)_{3(к)}$	$(NH_4)_2SO_{4(к)}$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-184	-152	-690	-2253	-901

Покажите расчетом, обоснована ли гипотеза исследователей? Какая среда (кислая или щелочная) возникает при увлажнении взрывчатых веществ на основе аммиачной селитры?

Ответ $\Delta G^0 = -213{,}7$ кДж/моль

Задача 14. При выветривании полевых шпатов (в частности, альбита) образуются глинистые минералы (каолинит)

$NaAlSi_3O_{8(к)} + 2H_2O_{(ж)} + CO_{2(г)} = Al_2Si_2O_5(OH)_{4(к)} + 4\ SiO_{2(к)} + Na_2CO_{3(к)}$

Альбит каолинит

Соединение	$NaAlSi_3O_{8(к)}$	$Al_2Si_2O_5(OH)_{4(к)}$	$SiO_{2(к)}$	$Na_2CO_{3(к)}$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-157,2	-8,3	-855	-1047

Установите, может ли происходить образование каолинита в стандартных условиях. Какая среда способствует возникновению каолинита?

Ответ $\Delta G^0 = -3292{,}1$ кДж/моль

Задача 15. Изменение химических свойств некоторых оксидов происходит в результате поглощения углекислого газа из воздуха. Какой из приведенных оксидов, BeO или BaO, следует хранить в герметичной упаковке, если предполагаемая реакция имеет вид

$MeO_{(к)} + CO_{2(г)} = MeCO_{3(к)}$

Соединение	$BeCO_{3(к)}$	$BaCO_{3(к)}$	$BeO_{(к)}$	$BaO_{(к)}$	$CO_{2(г)}$

ΔG^0_{298} : кДж/моль	-945	-1139	-582	-528	-394,4

Ответ ΔG^0 = -217,4 кДж/моль (BaO); ΔG^0 = 31 кДж/моль (BeO)

Задача 16. Морская вода представляет собой раствор гидрокарбоната кальция. В море происходит растворение известняка, особенно при высоких концентрациях углекислоты в воде. Из морской воды карбонат кальция выпадает в осадок, образуя отложения. Оба процесса протекают одновременно.

а) $H_2CO_{3(р)} + CaCO_{3(к)} = Ca(HCO_3)_{2(р)}$

б) $Ca(HCO_3)_{2(р)} = CaCO_{3(к)} + H_2O_{(ж)} + CO_{2(г)}$

Соединение	$H_2CO_{3(р}$	$CaCO_{3(к)}$	$Ca(HCO_3)_{2(р)}$	$H_2O_{(ж)}$	$CO_{2(г)}$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-619,2	-1128,8	-1174,2	-237,2	-394,4

Обсудите с привлечением результатов расчета изменений стандартных энергий Гиббса реакций, какой из процессов, а) или б), происходит на больших глубинах, а какой протекает в поверхностных частях океана или у берегов?

Ответ ΔG^0 = 573,8 кДж/моль (а); ΔG^0 = -586,2 кДж/моль (б)

Задача 17. Вычислите изменения стандартных энергий Гиббса реакций, протекающих по общей схеме

$MeO_{(к)} + CO_{2(Г)} = MeCO_{3(к}$

Соединение	ΔG^0_{298} кДж/моль	: Соединение	ΔG^0_{298} кДж/моль	:
MgO	-569,3	$MeCO_{3(к)}$	-1012,2	
$BaO_{(к)}$	-528,4	$MeCO_{3(к)}$	-1139,0	
CaO	-604,2	$MeCO_{3(к)}$	-1128,8	
SrO	-562,1	$MeCO_{3(к)}$	-1137,6	
CO_2	-394,4			

Как изменяются в ряду MgO – CaO – SrO - BaO кислотно- основные свойства оксидов и как это согласуется со значением ΔG^0_{298} реакций образования рассматриваемых карбонатов из оксидов.

Ответ ΔG^0 = -48,5 кДж/моль ($MgCO_3$); ΔG^0 = -130,2 кДж/моль ($CaCO_3$); ΔG^0 = -181,1 кДж/моль ($SrCO_3$); ΔG^0 = -216,2 кДж/моль ($BaCO_3$)

Задача 18. Процесс обработки пульпы, содержащей 80% гипса ($CaSO_4$) раствором карбоната аммония при пониженной температуре осуществляется на практике для получения сульфата аммония в виде его 50%-ного раствора. При этом протекает реакция

$$CaSO_{4\,(к)} + 2NH_{3(г)} + H_2CO_{3(р)} = CaC0_{3(K)} + (NH_4)_2SO_{4(р)}$$

Соединение	$CaSO_{4\,(к)}$	$NH_{3(г)}$	$H_2CO_{3(р)}$	$CaCO_{3(K)}$	$(NH_4)_2SO_{4(р)}$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-1438	-17	-618	-1129	-901

Вычислите изменение стандартной энергии Гиббса реакции и объясните, как результат расчета согласуется с протеканием реакции.

Ответ ΔG^0 = -60 кДж/моль

Задача 19. Предполагают, что в верхних зонах магнетитовых месторождений магнетит окисляется с образованием гематита

$$Fe_3O_{4(к)} + 0{,}5O_{2(г)} = 3Fe_2O_{3(к)}$$

Проверяя справедливость гипотезы, вычислите стандартную энергию Гиббса реакции превращения магнетита.

Ответ ΔG^0 = -192,5 кДж/моль

Задача 20. Хорошим растворителем для металлических золота и платины является так называемая "царская водка" (смесь одного объема азотной кислоты и трех объемов хлороводородной кислоты), переводящая металлы в комплексные хлориды.

Будет ли растворителем для золота и платины насыщенный хлором раствор соляной кислоты по уравнениям

$Au + 3Cl° + Cl^-_{(р)} = [AuCl_4]^-_{(р)}$

$Pt + 2Cl^0 + 2Cl^-_{(р)} = [PtCl_4]^{2-}_{(р)}$

Происходит ли окисление металла и растворение его за счет образования анионного комплекса?

Соединение	$Cl^-_{(р)}$	$[AuCl_4]^-_{(р)}$	$[PtCl_4]^{2-}_{(р)}$
ΔG^0_{298} : кДж/моль	-1438	-17	-618

Ответ ΔG^0 = -104,4 кДж/моль (Au); ΔG^0 = -100,2 кДж/моль (Pt)

Задача 21

Восстановление Fe_3O_4 оксидом углерода идет по реакции: Fe_3O_4 (к) +CO (г) =3 FeO (к) +$C0_2$ (г). Вычислите ΔG^0_{298} и сделайте вывод о возможности самопроизвольного протекания этой реакции при стандартных условиях. Чему равно ΔS^0_{298} в этом процессе?

Ответ: + 24,19 кДж; + 31,34 Дж/(моль град).

Задача 22.

Реакция горения ацетилена идет по уравнению:

C_2H_2 (г) + 5/2O_2 (г) = 2CO_2 (г) + H_2O (ж)

Вычислите ΔG^0_{298} и ΔS^0_{298}. Объясните уменьшение энтропии в результате этой реакции.

Ответ: -1235,15 кДж; -216,15 Дж/моль град

Задача 23.

Уменьшается или увеличивается энтропия при переходах: а) воды в пар; б) графита в алмаз? Почему? Вычислите каждого превращения. Сделайте вывод о количественном изменении энтропии при фазовых и аллотропических превращениях.

Ответ: а) 118,78 Дж/(моль град) ,б) -3,25 Дж/(моль град).

Задача 24

Чем можно объяснить, что при стандартных условиях невозможна экзотермическая реакция:

H_2 (г) +CO_2 (г) = CO (г)+H_2O (ж); ΔH = - 2,85 кДж. Зная тепловой эффект реакции и абсолютные стандартные энтропии соответствующих веществ, определите ΔG^0_{298} этой реакции.

Ответ: +19,91 кДж.

Задача 25

Прямая или обратная реакция будет протекать при стандартных условиях в системе

2NO (г) + O_2 (г) = 2NO_2 (г)

Ответ мотивируйте, вычислив ΔG^0_{298} прямой реакции.

Ответ: - 69,70 кДж.

Задача 26.

Исходя из значений стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ, вычислите ΔG^0_{298} реакции, протекающей по уравнению

NH_3 (г) + HCI (г) = NH_4Cl (к)

Может ли эта реакция при стандартных условиях идти самопроизвольно?

Ответ: - 92,08 кДж.

Задача 27.

При какой температуре наступит равновесие системы

CO (г) +2H_2 (г) ↔ CH_3OH(ж); ΔH = - 128,05 кДж

Ответ: ~385,5 К.

Задача 28.

Эндотермическая реакция взаимодействия метана с диоксидом углерода протекает по уравнению

$CH_4(г) + CO_2(г) = 2C0(г) + 2H_2(г)$; $\Delta H = +247{,}37$ кДж. При какой температуре начнется эта реакция?

Ответ: = 961,9 К.

Задача 29

Определите ΔG^0_{298} реакции, протекающей по уравнению

$4NH_3(г) + 5O_2(г) = 4NO(г) + 6H_2O(г)$

Вычисления сделайте на основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ. Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

Ответ: - 957,77 кДж.

Задача 30.

Вычислите изменение энтропии в результате реакции образования аммиака из азота и водорода. При расчете можно и ходить из S^0_{298} соответствующих газов, так как ΔS с изменение температуры изменяется незначительно. Чем можно объяснить отрицательные значения ΔS?

Ответ: - 198,26 кДж/(моль . град).

Задача 31.

Какие из карбонатов: $BeCO_3$, $CaCO_3$ или $BaCO_3$ - можно получить по реакции взаимодействия соответствующих оксидов с CO_2? Какая реакция идет наиболее энергично? Вывод сделайте, вычислив ΔG^0_{298} реакций.

Ответ: +31,24 кДж; - 130,17 кДж; - 216,02 кДж

Задача 32.

На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG^0_{298} реакции, протекающей по уравнению

$CO(г) + 3H_2(г) = CH_4(г) + H_2O(г)$

Возможна ли эта реакция при стандартных условиях?

Ответ: - 142,16 кДж.

Задача 33.

Образование сероводорода из простых веществ протекает по уравнению

H_2 (г)+$S_{ромб}$ = H_2S (г); ΔH=- 20,15 кДж. Исходя из значений S^0_{298} соответствующих веществ, определите ΔG^0_{298} и ΔS^0_{298} для этой реакции.

Ответ: +43,15 Дж/(моль град); - 33,01 кДж.

Задача 34.

На основании стандартных теплот образования и абсолютных стандартных энтропий соответствующих веществ вычислите ΔG^0_{298} реакции, протекающей по уравнению

C_2H_4 (г) + $3O_2$ (г) $2C0_2$ (г) + $2H_2O$ (ж)

Возможна ли эта реакция при стандартных условиях? Ответ: - 1331,21 кДж.

118. Определите, при какой температуре начнется реакция восстановления Fe_3O_4, протекающая по уравнению

Fe_3O_4 (к) + CO (г) = 3FeO (к) + CO_2 (г); ΔH = + 34,55 кДж

Ответ: 1102,4 К.

Задача 35.

Вычислите, при какой температуре начнется диссоциации пентахлорида фосфора, протекающая по уравнению

PCl_5 (г) = PCl_3 (г) + Cl_2 (г); ΔH = + 92,59 кДж

Ответ: 509 К.

Задача 36.

Вычислите изменение энтропии для реакций, протекающих по уравнениям:

$2CH_4$ (г) = C_2H_2 (г) + $3H_2$ (г)

N_2 (г) + $3H_2$ (г) = $2NH_3$ (г)

$C_{графит}$ + O_2 (г) = CO_2 (г)

Почему в этих реакциях ΔS^0_{298}>0; <0; ~ 0?.

Ответ : 220,21 Дж/моль град; -198,26 Дж/моль град; 2,93 Дж/моль град.

Раздел IV. Третье начало термодинамики

Невозможно за конечное время довести температуру тела до абсолютного нуля.

Многочисленные опыты показывают, что с понижением температуры во всякой системе наблюдается тенденции ко все большей степени упорядоченности. На это указывают исследования строения тел, магнитные их свойства и многие другие данные. Можно полагать, что упорядоченное состояние отвечает меньшей энергии частиц, образующих тело, но что установлению порядка при высоких температурах препятствует тепловое движение. Если бы можно было охладить тело до абсолютного нуля, когда тепловые движения не могут мешать установлению порядка, то в системе установился бы максимальный мыслимый порядок и этому состоянию соответствовала бы минимальная энтропия.

Возникает, однако, вопрос: как бы вело себя тело при абсолютном нуле, если бы над ним совершалась внешняя работа (например, было бы приложено давление)? Может ли изменяться энтропия тела, находящегося при абсолютном нуле?

На основании многих опытов, проводившихся при низких температурах, можно было сделать важный вывод, который формулируется в следующем виде (Нернст, 1906 г.): при абсолютном нуле температуры любые изменения состояния происходят без изменения энтропии.

Это утверждение обычно называют теоремой Нернста. Иногда его возводят в ранг третьего начала термодинамики.

Вероятностная трактовка понятия энтропии (уравнение) позволяет сделать вывод о том, что энтропия при абсолютном нуле температуры равна нулю, что, конечно, не противоречит формулировке Нернста.

Из того факта, что при T=0 и энтропия равна нулю, следует, что абсолютный нуль принципиально недостижим, так как нетрудно показать, что

если бы существовало тело с температурой, равной нулю, то можно было бы построить вечный двигатель второго рода, что противоречит второму началу термодинамики. Иногда третье начало термодинамики и формулируют как принцип недостижимости абсолютного нуля:

Из третьего начала термодинамики (так будем его называть) следуют важные выводы о поведении вещества при очень низких температурах. Так, например, из него вытекает, что с понижением температуры теплоемкость тел должна стремиться к нулю вместе с температурой, а при абсолютном нуле она должна быть равна нулю. Опыт хорошо подтверждает эту тенденцию. Можно показать, что должны стремиться к нулю (а при T=0 стать равными нулю) коэффициент теплового расширения тел, коэффициент сжимаемости и т. д. Все это, впрочем, относится к системам, находящимся в равновесном состоянии. У тел, не находящихся в равновесном состоянии, энтропия при абсолютном нуле может и отличаться от нуля.

Абсолютный ноль– это одна из концепций с интригующим названием и обманчиво простым определением. До наступления эры квантовой механики определение абсолютного нуля действительно было предельно простым. Молекулярно-кинетическая теория выявила статистическую связь между движениями атомов и молекул и температурой, и природу температуры стало возможно представить наглядно: чем быстрее движутся молекулы, тем выше температура, и наоборот. При такой картине нетрудно догадаться, что имеется нижний предел температуры, по достижении которого атомы и молекулы перестают двигаться окончательно. Значение абсолютного нуля оказалось равным –273°C.

В рамках квантовой механики значение абсолютного нуля не изменилось, однако в корне изменилось наше представление о том, как ведут себя атомы. Если бы атомы просто остановились как вкопанные, мы бы, в таком случае, могли одновременно измерить их скорость и местоположение с абсолютной точностью, а это – нарушение принципа неопределенности Гейзенберга. Поэтому даже при абсолютном нуле атом должен представляться нам слегка расплывчатым, если использовать волновое

представление о нем, или слегка колеблющимся, если использовать корпускулярную концепцию. Поэтому нам следует говорить, что при абсолютном нуле атом не прекращает всякое движение, а лишь приходит в такое колебательное состояние, при котором он более не способен отдавать энергию вовне (такая остаточная энергия атома называется *энергией нулевой точки*). Конечный же итог, с макроскопической точки зрения, остается неизменным: имеется минимальное значение возможной температуры вещества, и оно равно всё тем же - 273°С.

На самом деле, существование энергии нулевой точки хорошо иллюстрирует весьма интересный момент в квантовой теории. При стремлении температуры к абсолютному нулю волновая природа материи становится всё очевиднее и важнее, а квантово-механические эффекты начинают преобладать над эффектами классической механики, при которых атом ведет себя подобно бильярдному шару.

Так получилось, что -273°С – единственная температура, фигурирующая в фундаментальных физических законах. Она же используется и в определении температурной *шкалы Кельвина*, которая в основном используется в точных науках. За ноль в ней принимается абсолютный ноль, а единичное деление шкалы принимается равным 1° по привычной шкале Цельсия. Таким образом, по шкале Кельвина абсолютный ноль равен 0 К, точка замерзания воды приходится на 273 К, а комнатная температура составляет около 300 К.

Третье начало термодинамики просто констатирует, что абсолютный ноль недостижим – и в этом он похож на скорость света: материальное тело может сколь угодно близко подойти к нему, но достичь – никогда. Дело в том, что чем ближе система подходит к абсолютному нулю температуры, тем больше работы нужно затратить на ее дальнейшее охлаждение. На самом деле, в лабораторных условиях ученым удавалось получать температуры предельно близкие к нулевой. Сегодня температуры, отстоящие от абсолютного нуля на миллиардные доли градуса, можно получить практически в любой криогенной лаборатории.

Способов понижения температуры материального тела имеется достаточно много. Можно испарять жидкость с его поверхности, и она будет отнимать теплоту у тела – именно поэтому люди потеют в жару. Можно резко расширять газ, находившийся под высоким давлением, – вот почему охлаждается аэрозольный баллончик, когда вы долго выпускаете из него содержимое. Подобными методами ученые доводят температуру до уровня нескольких градусов выше абсолютного нуля. Однако чтобы получить по-настоящему сверхнизкие температуры, приходится надолго подвешивать незначительное количество атомов вещества в сильных электростатических и магнитных полях. После этого подвешенные атомы обрабатываются лазерным лучом определенной длины волны, который сначала заставляет атомы испустить остатки энергии возбужденных электронов в виде световых квантов, а затем – разогнать атомы врозь, как бы распрыскать их из аэрозольного баллончика. Именно так сегодня получаются температуры порядка нескольких нанокельвинов (1 нК $=10^{-9}$ К). Однако, как далеко ни пошло бы развитие нашей техники, третье начало термодинамики говорит нам, что мы не только не перейдем барьера абсолютного нуля, но даже не достигнем его.

Важные годы в истории термодинамики

- Зарождение термодинамики как науки связано с именем Г. Галилея (G. Galilei), корый ввёл понятие температуры и сконструировал первый прибор, реагирующий на изменения температуры окружающей среды (1597).
- Вскоре Г. Д. Фаренгейт (G. D. Fahrenheit, 1714), Р. Реомюр (R. Reaumur, 1730) и А. Цельсий (A. Celsius, 1742) создали температурные шкалы в соответствии с этим принципом.
- Дж.Блэк (J. Black) в 1757 году уже ввёл понятия скрытой теплоты плавления и теплоемкости (1770). А Вильке (J. Wilcke, 1772) ввёл

определение калории как количества тепла, необходимого для нагревания 1 г воды на 1 °C.

- Лавуазье (A. Lavoisier) и Лаплас (P. Laplace) в 1780 сконструировали калориметр (см. Калориметрия) и впервые экспериментально определили уд. теплоёмкости ряда веществ.
- В 1824 С. Карно (N. L, S. Carnot) опубликовал работу, посвящённую исследованию принципов работы тепловых двигателей.
- Б. Клапейрон (B. Clapeyron) ввёл графическое представление термодинамических процессов и развил метод бесконечно малых циклов (1834).
- Г. Хельмгольц (G. Helmholtz) отметил универсальный характер закона сохранения энергии (1847). Впоследствии Р. Клаузиус (R. Clausius) и У. Томсон (Кельвин; W. Thomson) систематически развили теоретический аппарат термодинамики, в основу которого положены первое начало термодинамики и второе начало термодинамики.
- Развитие 2-го начала привело Клаузиуса к определению энтропии (1854) и формулировке закона возрастания энтропии (1865).
- Начиная с работ Дж. У. Гиббса (J. W. Gibbs, 1873), предложившего метод термодинамических потенциалов, развивается теория термодинамического равновесия.
- Во 2-й пол. 19 в. проводились исследования реальных газов. Особую роль сыграли эксперименты Т. Эндрюса (T. Andrews), который впервые обнаружил критическую точку системы жидкость-пар (1861), её существование предсказал Д. И. Менделеев (1860).
- К концу 19 в. были достигнуты большие успехи в получении низких температур, в результате чего были ожижены O2, N2 и H2.
- В 1902 Гиббс опубликовал работу, в которой все основные термодинамические соотношения были получены в рамках статистической физики.

- Связь между кинетическими свойствами тела и его термодинамическими характеристиками была установлена Л. Онсагером (L. Onsager, 1931).
- В 20 в. интенсивно исследовали термодинамику твёрдых тел, а также квантовых жидкостей и жидких кристаллов, в которых имеют место многообразные фазовые переходы.
- Л. Д. Ландау (1935-37) развил общую теорию фазовых переходов, основанную на концепции спонтанного нарушения симметрии.

Приложения.

Приложение 1. Тестовые задания для самостоятельной работы.

1. Химическая термодинамика определяет:

1) тепловые эффекты различных химических и физико – химических процессов;
2) вероятность самопроизвольного протекания химического процесса в том или ином направлении;
3) скорость протекания химического процесса;
4) условия, при которых химическая реакция будет находиться в состоянии равновесия.

2. Изучение протекания химических реакций с позиции термодинамики не требует сведений о:

1) строении молекул веществ, участвующих в реакции;
2) механизме протекающей реакции;
3) начальном и конечном состоянии системы;
4) внешних условиях, в которых находится система

3. Под термодинамической системой подразумевают:

1) набор свойств изучаемого объекта;
2) окружающий нас внешний мир;
3) избранную совокупность тел или веществ, состоящую из большого числа структурных единиц (молекул, атомов, ионов) и отделенную от внешней среды определенной границей или поверхностью раздела;

4) реакционный сосуд, в котором протекает химическая реакция, вместе с окружающей его внешней средой.

4. Внешней средой по отношению к термодинамической системе является:

1) та часть пространства, в котором осуществляется изучаемый процесс;
2) окружающая ее граница раздела, например, стенки реакционного сосуда;
3) все то, что находится вне поверхности раздела системы;
4) совокупность молекул, атомов или ионов химических веществ, участвующих в реакции.

5. Поверхность раздела термодинамической системы:

1) всегда бывает реальной;
2) является механически жесткой, т.е. неспособной изменять свои размеры;
3) может быть воображаемой или условной;
4) может быть проницаемой и теплопроводной.

6. Изолированные системы обмениваются с внешней средой:

1) только веществом;
2) только энергией;
3) как веществом, так и энергией;
4) не способны обмениваться ни тем ни другим.

7. Закрытые системы обмениваются с внешней средой:

1) только веществом;
2) только энергией;
3) как веществом, так и энергией;
4) не способны обмениваться ни тем ни другим.

8. Открытые системы обмениваются с внешней средой:

1) только веществом;
2) только энергией;
3) как веществом, так и энергией;
4) не способны обмениваться ни тем ни другим.

9. К открытым системам относятся:

1) человек;
2) растительные и животные клетки;
3) герметический реакционный сосуд, в котором протекает химическая реакция;
4) любое животное, насекомое или растение.

10. В зависимости от своего состава термодинамические системы бывают:

1) закрытые;
2) изолированные;
3) однокомпонентные или простые;
4) многокомпонентные или сложные.

11. Примером простой системы является:

1) сосуд с водой, в котором плавают кусочки льда;
2) земная атмосфера;
3) сосуд, полностью заполненный определенной органической жидкостью;
4) любой водный раствор вещества.

12. Примером сложной термодинамической системы является:

1) трехфазная система «лед – вода – пар»;
2) земная атмосфера;
3) любой водный раствор того или иного вещества;
4) реакционный сосуд, в котором одновременно присутствуют как исходные, так и конечные вещества.

13. Гомогенной термодинамической системой является:

1) земная атмосфера;
2) любой водный раствор того или иного вещества;
3) человеческий организм;
4) совокупность воды, льда и водяных паров.

14. Гетерогенной термодинамической системой является:

1) совокупность двух неограниченно смешивающихся жидкостей;
2) любые металлические сплавы;

3) человеческий организм;
4) совокупность двух несмешивающихся между собой жидкостей.

15. Фазой называется:

1) определенное агрегатное состояние вещества;
2) любое индивидуальное вещество в многокомпонентной системе;
3) совокупность всех однородных по составу и свойствам частей гетерогенной системы;
4) любая часть системы, отделенная от других ее частей определенной поверхностью раздела.

16. Гомогенные системы:

1) могут быть только однокомпонентными;
2) могут быть как однокомпонентными, так и многокомпонентными;
3) всегда состоят из одной фазы;
4) могут состоять из нескольких фаз.

17. Гетерогенные системы:

1) не могут быть однокомпонентными;
2) не могут состоять из одной фазы;
3) всегда являются многокомпонентными;
4) могут быть как однокомпонентными, так и многокомпонентными.

18. Макроскопическим параметром термодинамической системы является:

1) ее температура;
2) ее масса;
3) совокупность значений размеров и положений в пространстве всех составляющих систему частиц;
4) совокупность значений скоростей движения всех кинетически активных частиц системы.

19. К микроскопическим параметрам системы относятся:

1) ее геометрические размеры, например, объем;
2) величина ее внутренней энергии;
3) совокупность значений масс всех составляющих ее частиц;

4) совокупность значений скоростей движения всех кинетически активных частиц системы.

20. Примером экстенсивного термодинамического параметра является:

1) масса термодинамической системы;
2) объем термодинамической системы;
3) температура термодинамической системы;
4) величина внутренней энергии системы.

21. Примером интенсивного термодинамического параметра является:

1) масса термодинамической системы;
2) объем термодинамической системы;
3) давление в гомогенной термодинамической системе;
4) плотность в гомогенной термодинамической системе.

22. Стационарное состояние характерно:

1) только для изолированных систем;
2) для любой термодинамической системы;
3) для открытых термодинамических систем;
4) для закрытых термодинамических систем.

23. Равновесное состояние системы характерно:

1) только для изолированных систем;
2) для любой термодинамической системы;
3) для открытых термодинамических систем;
4) для закрытых термодинамических систем.

24. Равновесным является такое состояние системы, при котором:

1) все ее термодинамические параметры остаются неизменными и отсутствует обмен энергией и веществом с внешней средой;
2) наблюдается равноценный в обе стороны обмен энергией или веществом с внешним миром;
3) только с внешней средой отсутствует обмен энергией в том или ином направлении;
4) ее качественный состав остается неизменным.

25. Любое термодинамическое состояние системы может быть выражено:

1) только набором значений ее макроскопических параметров;
2) только набором значений ее микроскопических параметров;
3) как набором значений макроскопических параметров, так и набором значений микроскопических параметров;
4) в зависимости от вида системы либо только набором микроскопических параметров, либо только набором макроскопических параметров

26. Термодинамическим процессом называется:

1) изменение во времени значений одного или нескольких микроскопических параметров системы;
2) переход системы из одного равновесного состояния в другое;
3) изменение во времени значений одного или нескольких макроскопических параметров системы;
4) сохранение во времени неизменными численные значения макроскопических параметров системы.

27. Процессы, для протекания которых не требуется оказание на систему внешнего воздействия, называются:

1) круговыми;
2) несамопроизвольными;
3) самопроизвольными;
4) стационарными.

28. Реальные процессы, протекающие в природе и в организме человека, с точки зрения термодинамики могут быть:

1) термодинамически обратимыми и равновесными;
2) самопроизвольными;
3) стационарными;
4) термодинамически необратимыми и неравновесными.

29. Внутренняя энергия системы:

1) является суммой потенциальной и кинетической энергий всех составляющих ее частиц;

2) может быть легко охарактеризована абсолютным численным значением;
3) остается неизменной в ходе совершения термодинамического процесса;
4) является составной частью полной или общей энергии системы.

30. При протекании термодинамических процессов внутренняя энергия системы:

1) всегда остается неизменной;
2) всегда уменьшается;
3) всегда увеличивается;
4) может как уменьшаться, так и увеличиваться.

31. Между внешней средой и термодинамической системой обмен энергией может осуществляться:

1) за счет передачи теплоты;
2) за счет совершения работы;
3) только за счет изменения размеров и объема системы;
4) только за счет неупорядоченного, хаотического движения структурных единиц веществ, входящих в состав системы и внешней среды.

32. Работа расширения, совершающаяся внутренними силами системы против внешних сил:

1) всегда считается положительной;
2) всегда считается отрицательной;
3) может быть как положительной, так и отрицательной;
4) всегда равна нулю.

33. Работа сжатия, совершающаяся внешними силами против внутренних сил системы:

1) всегда считается положительной;
2) всегда считается отрицательной;
3) может быть как положительной, так и отрицательной;
4) всегда равна нулю.

34. При совершении системой работы расширения ее внутренняя энергия:

1) остается неизменной;
2) может как уменьшаться, так и увеличиваться;
3) уменьшается;
4) возрастает.

35. При совершении над системой внешними силами работы сжатия ее внутренняя энергия:

1) остается неизменной;
2) может как уменьшаться, так и увеличиваться;
3) уменьшается;
4) возрастает.

36. Адиабатными системами называются системы, в которых процесс обмена энергией с внешней средой:

1) может осуществляться только в форме теплоты;
2) невозможен;
3) может осуществляться как в форме теплоты, так и за счет совершения работы;
4) может осуществляться только за счет совершения работы.

37. Термодинамический процесс, протекающий при постоянном объеме, называется:

1) изобарным;
2) адиабатным;
3) изотермическим;
4) изохорным.

38. Термодинамический процесс, протекающий при постоянном давлении, называется:

1) изобарным;
2) адиабатным;
3) изотермическим;
4) изохорным.

39. Согласно первому закону термодинамики:

1) производимая системой работа всегда больше, чем теплота, затраченная на ее производство;
2) производимая системой работа всегда равна теплоте, затраченной на ее производство;
3) производимая системой работа всегда меньше, чем теплота, затраченная на ее производство;
4) возможен двигатель, совершающий сколь угодно долго работу, без подведения энергии извне.

40. В изохорных процессах:

1) объем системы остается неизменным;
2) не совершается работа расширения или сжатия системы;
3) поглощенная или выделенная системой теплота равна изменению ее внутренней энергии;
4) совершается работа расширения или сжатия системы.

41. В изобарных процессах:

1) объем системы изменяется;
2) совершается только работа расширения;
3) совершается работа расширения или сжатия системы;
4) выделившаяся или поглощенная теплота не может быть определена только за счет изменения внутренней энергии системы.

42. Энтальпия по своему численному значению:

1) равна внутренней энергии системы;
2) больше внутренней энергии системы на величину работы расширения, совершенной при изменении объема системы от 0 до V;
3) меньше внутренней энергии системы на величину работы сжатия, совершенную при изменении объема системы от V до 0;
4) может как совпадать с внутренней энергией, так и отличаться от нее в ту или другую сторону.

43. Тепловой эффект химической реакции, протекающей при постоянном объеме:

1) всегда равен 0;

2) определяется изменением внутренней энергии системы;

3) определяется изменением энтальпии системы;

4) определяется работой, совершенной внешними силами над системой.

44. Тепловой эффект химической реакции, протекающей при постоянном давлении:

1) всегда равен 0;

2) определяется изменением внутренней энергии системы;

3) определяется изменением энтальпии системы;

4) определяется работой, совершенной внешними силами над системой.

45. Энтальпия системы определяется соотношением:

1) $U_2 - U_1 = \Delta U$;

2) $A = p \cdot \Delta V$;

3) $H = U + pV$;

4) $G = H – TS$.

46. Термохимическим является следующее уравнение химической реакции:

1) $2H_{2(г)} + O_{2(г)} = 2H_2O_{(ж)}$;

2) $H_{2(г)} + 1/2O_{2(г)} = H_2O_{(ж)}$;

3) $H_{2(г)} + 1/2O_{2(г)} = H_2O_{(ж)} + 285,83$ кДж;

4) $2H_2 + O_2 = 2H_2O$.

47. Термодинамической формой записи уравнения химической реакции является:

1) $C_{(т)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)}$;

2) $C_{(т)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)}$; $\Delta H_{298K} = - 393,5$ кДж;

3) $C_{(т)} + O_{2(г)} = CO_{2(г)} + 393,5$ кДж;

4) $C + O_2 = CO_2$.

48. Термохимией называется:

1) раздел физической химии, изучающий влияние температуры на направление протекания химической реакции;

2) раздел физической химии, изучающий влияние температуры на скорость протекания химической реакции;

3) раздел физической химии, изучающий влияние температуры на скорость установления химического равновесия;
4) раздел химической термодинамики, изучающий тепловые эффекты химических реакций.

49. Выражение: «Тепловой эффект химической реакции не зависит от пути ее осуществления, а определяется только начальным и конечным состоянием системы» является формулировкой:

1) первого начала термодинамики;
2) второго начала термодинамики;
3) закона сохранения энергии;
4) закона Гесса.

50. Стандартными условиями в термодинамике являются:

1) $t = 0^0C$ и $p = 273$ кПа;
2) $t = 25^0C$ и $p = 120$ кПа;
3) $T = 298K$ и $p = 101{,}325$ кПа;
4) $t = 25^0C$ и $p = 101325$ Па.

51. Согласно следствию из закона Гесса, тепловой эффект химической реакции равен:

1) сумме теплот образования конечных веществ за вычетом суммы теплот образования исходных веществ с учетом их стехиометрических коэффициентов;
2) сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования конечных с учетом их стехиометрических коэффициентов;
3) сумме теплот образования конечных и исходных веществ с учетом их стехиометрических коэффициентов;
4) сумме теплот образования конечных веществ с учетом их стехиометрических коэффициентов.

52. Теплота образования простого вещества:

1) определяется опытным путем;
2) равна тепловому эффекту химической реакции, в ходе которой образуется 1 моль этого вещества;

3) принята равной нулю;
4) может быть рассчитана теоретически.

53. Согласно следствию из закона Гесса, тепловой эффект химической реакции равен:

1) сумме теплот сгорания исходных веществ за вычетом суммы теплот сгорания конечных веществ с учетом их стехиометрических коэффициентов;
2) сумме теплот образования исходных веществ за вычетом суммы теплот образования конечных с учетом их стехиометрических коэффициентов;
3) сумме теплот образования конечных и исходных веществ с учетом их стехиометрических коэффициентов;
4) сумме теплот образования конечных веществ с учетом их стехиометрических коэффициентов.

54. Закон Гесса и следствия из него позволяют:

1) рассчитать тепловой эффект реакции, если известны теплоты образования конечных и исходных веществ;
2) определить механизм химической реакции;
3) рассчитать тепловой эффект процессов, которые практически измерить невозможно;
4) рассчитать теоретически теплоты образования сложных веществ, которые невозможно получить из соответствующих простых веществ.

55. Для экзотермической реакции:

1) $\Delta H_{(\text{химической реакции})} > 0$;
2) $\Delta H_{(\text{химической реакции})} < 0$;
3) $\Delta H_{(\text{химической реакции})} = \Delta U$;
4) $\Delta H_{(\text{химической реакции})} = 0$.

56. Для эндотермической реакции:

1) $\Delta H_{(\text{химической реакции})} > 0$;
2) $\Delta H_{(\text{химической реакции})} < 0$;
3) $\Delta H_{(\text{химической реакции})} = \Delta U$;
4) $\Delta H_{(\text{химической реакции})} = 0$.

57. Теплоты сгорания таких неорганических веществ, как H_2O, CO_2, O_2, N_2, F_2:

1) определяют экспериментально;
2) приняты равными нулю;
3) рассчитывают теоретически;
4) определяют косвенным путем.

58. Самопроизвольным процессом является:

1) распространение газа из области низкого давления в область высокого давления;
2) перемещение воды вверх по склону;
3) переход теплоты от более нагретого тела к менее нагретому;
4) распространение газа из области высокого давления в область низкого давления.

59. Энтропия равна нулю для:

1) простых веществ, находящихся при стандартных условиях;
2) чистых веществ, существующих в виде идеального кристалла при $T = 0$ К;
3) веществ, участвующих в обратимой химической реакции, в момент наступления химического равновесия;
4) любого твердого вещества.

60. Энтропия системы возрастает при:

1) увеличении числа микросостояний, которыми может описываться макросостояние системы;
2) увеличении температуры;
3) протекании в жидкости процесса кристаллизации;
4) плавлении либо сублимации твердого вещества.

61. Согласно уравнению Больцмана, энтропия системы может быть рассчитана следующим образом:

1) $S = PV/RT$;
2) $S = \Delta U + p\Delta V$;
3) $S = k \cdot \lg W$;

4) $S = Q/T$.

62. В системе СИ энтропия измеряется в:

1) кДж/моль;
2) кДж/кг;
3) Дж/моль·К;
4) Дж/моль·кг.

63. В изолированных системах самопроизвольно могут протекать процессы, сопровождающиеся:

1) уменьшением энтропии;
2) увеличением внутренней энергии;
3) уменьшением внутренней энергии;
4) увеличением энтропии.

64. Энтропия (S) является:

1) функцией состояния, т.е. ее изменение для химической реакции не зависит от пути процесса, а определяется только состоянием конечных и исходных веществ;
2) экстенсивным параметром системы;
3) интенсивным параметром системы;
4) мерой «связанной» энергии системы, т.е. той части внутренней энергии, которая способна совершать работу.

65. При самопроизвольных процессах происходит:

1) уменьшение «связанной» энергии системы;
2) увеличение «связанной» энергии системы;
3) уменьшение свободной энергии системы;
4) увеличение свободной энергии системы.

66. При отсутствии энтропийного фактора ($\Delta S=0$) самопроизвольно могут идти процессы, для которых:

1) $\Delta H>0$;
2) $\Delta H<0$;
3) $\Delta H= 0$;
4) любые процессы, независимо от значения ΔH.

67. При отсутствии энтальпийного фактора ($\Delta H=0$) самопроизвольно могут идти процессы, для которых:

1) $\Delta S>0$;
2) $\Delta S<0$;
3) $\Delta S= 0$;
4) любые процессы, независимо от значения ΔS.

68. Процессы, для которых $\Delta H<0$, а $\Delta S>0$ могут самопроизвольно протекать:

1) только в области высоких температур;
2) только в области низких температур;
3) при $T=0$;
4) при любом значении Т.

69. Процессы, для которых $\Delta H>0$ и $\Delta S>0$ могут самопроизвольно протекать:

1) только в области высоких температур;
2) только в области низких температур;
3) при $T=0$;
4) при любом значении Т.

70. Процессы, для которых $\Delta H<0$ и $\Delta S<0$ могут самопроизвольно протекать:

1) только в области высоких температур;
2) только в области низких температур;
3) при $T=0$;
4) при любом значении Т.

71. Согласно второму началу термодинамики, самопроизвольно могут протекать только те процессы, для которых:

1) $\Delta G>0$;
2) $\Delta G=0$;
3) $\Delta G<0$;
4) ΔG может принимать любое значение.

72. Свободная энергия Гиббса определяется соотношением:

1) H - TS;
2) H + TS;
3) U + TS;
4) U - TS.

73. Свободная энергия Гельмгольца определяется соотношением:

1) H - TS;
2) H + TS;
3) U + TS;
4) U - TS.

74. Процессы, для которых $\Delta H>0$, а $\Delta S<0$ не могут самопроизвольно протекать:

1) только в области высоких температур;
2) только в области низких температур;
3) при T=0;
4) при любых значениях T.

75. На основании значения ΔG химической реакции можно сделать вывод о:

1) принципиальной возможности ее самопроизвольного протекания при данных условиях;
2) возможной скорости ее протекания при данных условиях;
3) времени ее протекания;
4) необходимости обязательного присутствия катализатора для осуществления реакции.

76. Изменение энергии Гиббса химической реакции равно:

1) алгебраической сумме ΔG образования продуктов реакции за вычетом алгебраической суммы ΔG образования исходных веществ (без учета стехиометрических коэффициентов);
2) алгебраической сумме ΔG образования продуктов реакции за вычетом алгебраической суммы ΔG образования исходных веществ с учетом стехиометрических коэффициентов;

3) алгебраической сумме ΔG образования исходных веществ за вычетом алгебраической суммы ΔG образования продуктов реакции (без учета стехиометрических коэффициентов);
4) алгебраической сумме ΔG образования исходных веществ за вычетом алгебраической суммы ΔG образования продуктов реакции с учетом стехиометрических коэффициентов.

77. Значение ΔG_{298} образования для простого вещества, устойчивого при стандартных условиях:

1) определяют экспериментально;
2) рассчитывают теоретически;
3) принимают равным нулю;
4) определяют косвенным путем на основании практических измерений и теоретических расчетов.

78. Для обратимой по направлению химической реакции ΔG_{298} х.р. можно рассчитать по уравнению:

1) ΔG_{298} х.р. = - $RT\ln K_{равн}$.;
2) ΔG_{298} х.р. = ΔH_{298}х.р. - $T\Delta S_{298}$х.р.;
3) ΔG_{298} х.р. = ΔH_{298}х.р. + $T\Delta S_{298}$х.р.;
4) ΔG_{298} х.р. = $T\Delta S_{298}$х.р.- ΔH_{298}х.р.

79. Для реакции, протекающей в газовой фазе, ΔG образования 1 моля газа при парциальном давлении (р), отличном от 101,325 кПа, можно рассчитать по формуле:

1) $\Delta G_{обр.} = \Delta G_{298} - RT\ln p$;
2) $\Delta G_{обр.} = \Delta G_{298} \cdot RT\ln p$;
3) $\Delta G_{обр.} = \Delta G_{298} + RT\ln p$;
4) $\Delta G_{обр.} = \Delta G_{298} / RT\ln p$.

80. Для реакции, протекающей в растворе, с концентрацией веществ (с), отличной от 1 моль/дм^3, ΔG образования вещества можно рассчитать по уравнению:

1) $\Delta G_{обр.} = \Delta G_{298} - RT\ln c$;
2) $\Delta G_{обр.} = \Delta G_{298} \cdot RT\ln c$;

3) $\Delta G_{обр.} = \Delta G_{298} + RT\ln c$;

4) $\Delta G_{обр.} = \Delta G_{298} / RT\ln c$.

81. На смещение химического равновесия обратимой реакции может оказать влияние:

1) изменение температуры;
2) изменение давления;
3) изменение концентрации исходных или конечных веществ;
4) добавление катализатора.

82.На смещение равновесия обратимой реакции всегда оказывает влияние:

1) изменение давления;
2) изменение температуры;
3) изменение концентрации исходных веществ;
4) добавление катализатора.

83. Химическое равновесие смещается вправо, когда:

1) скорость прямой реакции становится больше скорости обратной реакции;
2) скорость прямой реакции становится меньше скорости обратной реакции;
3) скорость обратной реакции становится больше скорости прямой реакции;
4) скорость обратной реакции становится меньше скорости прямой реакции.

84. При увеличении давления равновесие реакции $2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2$ сместится:

1) вправо;
2) влево;
3) не сместится.

85. Для смещения химического равновесия обратимой реакции $4HCl_{(газ)} + O_{2\,(газ)} \leftrightarrow 2Cl_{2(газ)} + 2H_2O_{(газ)} + Q$ влево необходимо:

1) уменьшить температуру;

2) уменьшить давление;

3) уменьшить концентрацию исходных веществ;

4) уменьшить концентрацию продуктов реакции.

86. Куда сместится равновесие обратимой реакции $2NO + O_2 \leftrightarrow 2NO_2$ при добавлении катализатора?

1) вправо;

2) влево;

3) не сместится.

87. При наступлении химического равновесия:

1) скорости прямой и обратной реакций становятся равными;

2) прямая и обратная реакции прекращаются;

3) концентрации исходных веществ и продуктов реакции становятся равными;

4) концентрации исходных веществ и продуктов реакции остаются неизменными.

88. При понижении давления химическое равновесие обратимой реакции $3H_2 + N_2 \leftrightarrow 2\ NH_3 + Q$ сместится:

1) вправо;

2) влево;

3) не сместится.

89. Для смещения равновесия обратимой реакции $2SO_{2(газ)} + O_{2(газ)} \leftrightarrow 2SO_{3(газ)}$ вправо необходимо:

1) увеличить давление;

2) уменьшить давление;

3) добавить катализатор;

4) уменьшить концентрацию SO_3.

90. Для каких обратимых реакций увеличение давления сместит химическое равновесие вправо?

1) $3H_{2(газ)} + N_{2(газ)} \leftrightarrow 2NH_{3(газ)}$;

2) $H_{2(газ)} + I_{2(газ)} \leftrightarrow 2HI$(газ);

3) $CaCO_{3(тверд)} \leftrightarrow CaO_{(тверд)} + CO_{2(газ)}$;

4) $2SO_{2(газ)} + O_{2(газ)} \leftrightarrow 2SO_{3(газ)}$.

91. Для смещения влево равновесия обратимой реакции $2SO_{2(газ)} + O_{2(газ)} \leftrightarrow 2SO_{3(газ)} + Q$ необходимо:

1) увеличить концентрацию SO_2;

2) увеличить температуру;

3) уменьшить температуру;

4) уменьшить концентрацию O_2.

92. Для каких реакций уменьшение давления смещает химическое равновесие влево:

1) $2NO_{(газ)} + O_{2\ (газ)} \leftrightarrow 2NO_{2\ (газ)}$;

2) $CaCO_{3\ (тв.)} \leftrightarrow CaO_{(тв.)} + CO_{2\ (газ)}$;

3) $NH_4Cl_{\ (тв.)} \leftrightarrow NH_{3\ (газ)} + HCl_{\ (газ)}$;

4) $3H_{2\ (газ)} + N_{2\ (газ)} \leftrightarrow 2\ NH_{3(газ)}$.

93. В момент наступления химического равновесия при протекании реакции $2A_{(г)} + B_{(г)} \leftrightarrow C_{(г)}$ концентрации веществ были, соответственно, равны: 0,1 моль/дм^3; 0,2 моль/дм^3; 0,8 моль/дм^3. Величина константы равновесия реакции равна:

1) 150;

2) 200;

3) 340;

4) 400.

94. В момент наступления химического равновесия при протекании реакции $2A_{(г)} + B_{(г)} \leftrightarrow 2C_{(г)}$ концентрации веществ были, соответственно, равны: 0,5 моль/дм^3; 1,5 моль/дм^3; 2,5 моль/дм^3. Исходная концентрация вещества А равна:

1) 2,5 моль/дм^3;

2) 3 моль/дм^3;

3) 4,5 моль/дм^3;

4) 5,5 моль/дм^3.

95. В каком случае и увеличение давления, и понижение температуры смещает химическое равновесие вправо?

1) $2SO_{2(газ)} + +O_{2(газ)} \leftrightarrow 2SO_{3(газ)} + Q$;
2) $3H_{2\ (газ)} + N_{2\ (газ)} \leftrightarrow 2\ NH_{3(газ)} + Q$;
3) $H_{2(газ)} + I_{2(газ)} \leftrightarrow 2HI_{(газ)}$;
4) $N_{2\ (газ)} + O_{2(газ)} \leftrightarrow 2NO_{(газ)}$.

96. В каком случае увеличение давления смещает химическое равновесие вправо, а увеличение температуры – влево?

1) $4HCl_{(газ)} + O_{2\ (газ)} \leftrightarrow 2Cl_{2(газ)} + 2H_2O_{(газ)} + Q$;
2) $CaCO_{3\ (тв.)} \leftrightarrow CaO_{(тв.)} + CO_{2\ (газ)} - Q$;
3) $CO_{(газ)} + Cl_{2(газ)} \leftrightarrow COCl_{2(газ)} + Q$;
4) $N_{2\ (газ)} + O_{2(газ)} \leftrightarrow 2NO_{(газ)} - Q$.

97. При повышении температуры в системе $3H_{2\ (газ)} + N_{2\ (газ)} \leftrightarrow \leftrightarrow 2\ NH_{3(газ)} + Q$, находящейся в состоянии равновесия:

1) скорость прямой реакции увеличится;
2) скорость обратной реакции уменьшится;
3) скорость обратной реакции увеличится;
4) равновесие сместится влево.

98. В течение промежутка времени от начала обратимой реакции до момента наступления химического равновесия:

1) скорость прямой реакции возрастает, а обратной – уменьшается;
2) скорость прямой реакции уменьшается, а обратной – возрастает;
3) концентрации исходных и конечных веществ уменьшаются;
4) концентрации исходных веществ уменьшаются, а конечных продуктов – возрастают.

99. Практический выход продуктов в обратимой реакции определяется:

1) только скоростью протекания прямой реакции;
2) временем от начала ее протекания до наступления равновесия;
3) величиной константы равновесия;
4) только скоростью протекания обратной реакции.

100. Во сколько раз скорость прямой реакции станет меньше скорости обратной реакции при уменьшении давления в равновесной системе: $2A_{(г)} + B_{(г)} \leftrightarrow C_{(г)}$ в 3 раза?

1) 3;
2) 9;
3) 18;
4) 27.

Приложение 2. Таблицы термодинамических функций

Вещество	**$\Delta H°_{f,298}$, кДж/моль**	**$S°_{298}$, Дж/(моль·К)**	**$\Delta G°_{f,298}$, кДж/моль**
AgBr (кр)	-100,42	107,11	-97,02
AgCl (кр)	-126,78	96,23	-109,54
AgI-α	-61,92	115,48	-66,35
$AgNO_3$-α	-124,52	140,92	-33,60
Ag_2O (кр)	-30,54	121,75	-10,90
Ag_2S-α	-31,80	143,51	-39,70
Ag_2SO_4 (кр)	-715,88	200,00	-618,36
$AlBr_3$ (кр)	-513,38	180,25	-490,60
$AlCl_3$ (кр)	-704,17	109,29	-628,58
AlF_3-α	-1510,42	66,48	-1431,15
Al_2O_3 (корунд)	-1675,69	50,92	-1582,27
$Al_2(SO_4)_3$ (кр)	-3441,80	239,20	-3100,87
$AsCl_3$ (ж)	-305,01	216,31	-259,16
$AsCl_3$ (г)	-270,34	328,82	-258,04
As_2O_3 (клаудетит)	-653,37	122,72	-577,03
As_2O_3 (арсенолит)	-656,89	108,32	-576,16

As_2O_5 (кр)	-921,32	105,44	-478,69
BCl_3 (г)	-402,96	290,08	-387,98
BF_3 (г)	-1136,58	254,01	-1119,93
B_2O_3 (кр)	-1270,43	53,84	-1191,29
BaCO3 (кр)	-1210,85	112,13	-1132,77
$BaCl_2$ (кр)	-859,39	123,64	-811,71
$Ba(NO_3)_2$ (кр)	-992,07	213,80	-797,23
BaO (кр)	-553,54	70,29	-525,84
$Ba(OH)_2$ (кр)	-943,49	100,83	-855,42
$BaSO_4$ (кр)	-1458,88	132,21	-1348,43
BeO (кр)	-598,73	14,14	-569,54
$BeSO_4$ (кр)	-1200,81	77,97	-1089,45
Bi_2O_3 (кр)	-570,70	151,46	-490,23
CO (г)	-110,53	197,55	-137,15
CO_2 (г)	-393,51	213,66	-394,37
$COCl_2$ (г)	-219,50	283,64	-205,31
COS (г)	-141,70	231,53	-168,94
CS_2 (ж.)	88,70	151,04	64,41
CS_2 (г)	116,70	237,77	66,55
CaC2-α	-59,83	69,96	-64,85
$CaCO_3$ (кальцит)	-1206,83	91,71	-1128,35
$CaCl_2$ (кр)	-795,92	108,37	-749,34
CaF_2-α	-1220,89	68,45	-1168,46
$CaHPO_4$ (кр)	-1808,56	111,38	-1675,38
$CaHPO_4 \cdot 2H_2O$ (кр)	-2397,46	189,45	-2148,60

$Ca(H_2PO_4)_2$ (кр)	-3114,57	189,54	-2811,81
$Ca(H_2PO_4)_2 \cdot H_2O$ (кр)	-3408,29	259,83	-3057,00
$Ca(NO_3)_2$ (кр)	-938,76	193,30	-743,49
CaO (кр)	-635,09	38,07	-603,46
$Ca(OH)_2$ (кр)	-985,12	83,39	-897,52
CaS (кр)	-476,98	56,61	-471,93
$CaSO_4$ (ангидрит)	-1436,28	106,69	-1323,90
$Ca_3(PO_4)_2$-α	-4120,82	235,98	-3884,9
$CdCl_2$ (кр)	-390,79	115,27	-343,24
CdO (кр)	-258,99	54,81	-229,33
CdS (кр)	-156,90	71,13	-153,16
$CdSO_4$ (кр)	-934,41	123,05	-823,88
ClO_2 (г)	104,60	257,02	122,34
Cl_2O (г)	75,73	266,23	93,40
$CoCl_2$ (кр)	-312,54	109,29	-269,69
$CoSO_4$ (кр)	-867,76	113,39	-760,83
$CrCl_3$ (кр)	-556,47	123,01	-486,37
CrO3 (кр)	-590,36	73,22	-513,44
Cr_2O_3 (кр)	-1140,56	81,17	-1058,97
CsCl (кр)	-442,83	101,18	-414,61
CsI (кр)	-336,81	125,52	-331,77
CsOH (кр)	-406,68	77,82	-354,71
CuCl (кр)	-137,24	87,02	-120,06
$CuCl_2$ (кр)	-205,85	108,07	-161,71
CuO (кр)	-162,00	42,63	-134,26

CuS (кр)	-53,14	66,53	-53,58
$CuSO_4$ (кр)	-770,90	109,20	-661,79
Cu_2O (кр)	-173,18	92,93	-150,56
Cu_2S (кр)	-79,50	120,92	-86,27
D_2O (ж)	-294,60	75,90	-243,47
D_2O (г)	-249,20	198,23	-234,55
$FeCO_3$ (кр)	-738,15	95,40	-665,09
FeO (кр)	-264,85	60,75	-244,30
FeS-α	100,42	60,29	-100,78
FeS-β	$^{(\alpha\rightarrow\beta)}\Delta H_{411}$ 4,39	-	-
$FeSO_4$ (кр)	-927,59	107,53	-819,77
FeS_2 (кр)	-177,40	52,93	-166,05
Fe_2O_3 (кр)	-822,16	87,45	-470,34
Fe_3O_4 (кр)	-1117,13	146,19	-1014,17
Ga_2O_3 (кр)	-1089,10	84,98	-998,24
GeO_2 (гексаг.)	-554,71	55,27	-500,79
GeO_2 (тетраг.)	-580,15	39,71	-521,59
HBr (г)	-36,38	198,58	-53,43
HCN (г)	132,00	201,71	121,58
HCl (г)	-92,31	186,79	-95,30
HD (г)	0,32	143,70	-1,47
HF (г)	-273,30	173,67	-275,41
HI (г)	26,36	206,48	1,58
HNCS (г)	127,61	248,03	112,89
HNO_3 (ж)	-173,30	156,16	-79,90

HNO_3(г)	-133,91	266,78	-73,78
H_2O (кр)	-298,85	(39,33)	-
H_2O (ж)	-285,83	69,95	-273,23
H_2O (г)	-241,81	188,72	-228,61
H_2O_2 (ж)	-187,86	109,60	-120,52
H_2O_2 (г)	-135,88	234,41	-105,74
H_2S (г)	-20,60	205,70	-33,50
H_2SO_4 (ж)	-813,99	156,90	-690,14
H_3PO_4 (кр)	-1279,05	110,50	-1119,20
H_3PO_4 (ж)	-1266,90	200,83	-1134,00
$HgBr_2$ (кр)	-169,45	170,31	-152,22
$HgCl_2$ (кр)	-228,24	140,02	-180,90
HgI_2-α	-105,44	184,05	-103,05
HgO (красн.)	-90,88	70,29	-58,66
HgS (красн.)	-58,99	82,42	-51,42
Hg_2Br_2 (кр)	-207,07	217,70	-181,35
H_2Cl_2 (кр)	-265,06	192,76	-210,81
Hg_2SO_4 (красн.)	-744,65	200,71	-627,51
In_2O_3 (кр)	-925,92	107,95	-831,98
$In_2(SO_4)_3$ (кр)	-2725,50	302,08	-2385,87
$KAl(SO_4)_2$ (кр)	-2465,00	204,50	-2235
KBr (кр)	-393,80	95,94	-380,60
KCl (кр)	-436,68	82,55	-408,93
$KClO_3$ (кр)	-391,20	142,97	-289,80
$KClO_4$ (кр)	-430,12	151,04	-300,58

KI (кр)	-327,90	106,40	-323,18
$KMnO_4$ (кр)	-828,89	171,54	-729,14
KNO_3-α	-492,46	132,88	-392,75
KOH (кр)	-424,72	79,28	-379,22
K_2CO_3 (кр)	-1150,18	155,52	-1064,87
K_2CrO_4 (кр)	-1385,74	200,00	-1277,84
$K_2Cr_2O_7$ (кр)	-2067,27	291,21	-1887,85
K_2SO_4 (кр)	-1433,69	175,56	-1316,04
$LaCl_3$ (кр)	-1070,68	144,35	-997,07
LiCl (кр)	-408,27	59,30	-384,30
$LiNO_3$ (кр)	-482,33	71,13	-374,92
LiOH (кр)	-484,67	42,78	-439,00
Li_2CO_3 (кр)	-1216,00	90,16	-1132,67
Li2SO_4 (кр)	-1435,86	114,00	-1321,28
$MgCO_3$ (кр)	-1095,85	65,10	-1012,15
$MgCl_2$ (кр)	-644,80	89,54	-595,30
MgO (кр)	-601,49	27,07	-569,27
$Mg(OH)_2$ (кр)	-924,66	63,18	-833,75
$MgSO_4$ (кр)	-1287,42	91,55	-1173,25
$MgSO_4 \cdot 6H_2O$ (кр)	-3089,50	348,10	-2635,10
$MnCO_3$ (кр)	-881,66	109,54	-811,40
$MnCl_2$ (кр)	-481,16	118,24	-440,41
MnO (кр)	-385,10	61,50	-363,34
MnO_2 (кр)	-521,49	53,14	-466,68
MnS (кр)	-214,35	80,75	-219,36

Mn_2O_3 (кр)	-957,72	110,46	-879,91
Mn_3O_4 (кр)	-1387,60	154,81	-1282,91
NH_3 (ж)	-69,87	-	-
NH_3 (г)	-45,94	192,66	-16,48
$NH_4Al(SO_4)_2$ (кр)	-2353,50	216,31	-2039,80
NH_4Cl-β	-314,22	95,81	-203,22
NH_4NO_3 (кр)	-365,43	151,04	-183,93
$(NH_4)_2SO_4$ (кр)	-1180,31	220,08	-901,53
NO (г)	91,26	210,64	87,58
NOCl (г)	52,59	263,50	66,37
NO_2 (г)	34,19	240,06	52,29
N_2O (г)	82,01	219,83	104,12
N_2O_4 (г)	11,11	304,35	99,68
N_2O_5 (г)	13,30	355,65	117,14
$NaAlO_2$ (кр)	-1133,03	70,29	-1069,20
NaBr (кр)	-361,41	86,82	-349,34
$NaC_2H_3O_2$ (кр)	-710,40	123,10	-608,96
NaCl (кр)	-411,12	72,13	-384,13
NaF (кр)	-573,63	51,30	-543,46
$NaHCO_3$ (кр)	-947,30	102,10	-849,65
NaI (кр)	-287,86	98,32	-284,59
$NaNO_3$-α	-466,70	116,50	-365,97
NaOH-α	-426,35	64,43	-380,29
NaOH (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{595}$ 6,36	-	-
$Na_2B_4O_7$ (кр)	-3276,70	189,50	-3081,80

Na_2CO_3-α	-1130,80	138,80	-1048,20
Na_2CO_3 (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{1127}$ 33,00	-	-
$Na_2CO_3 \cdot 10H_2O$ (кр)	-4077	2172	-3906
NaH_2PO_4 (кр)	-1544,90	127,57	-1394,24
Na_2HPO_4 (кр)	-1754,86	150,60	-1615,25
Na_2O (кр)	-417,98	75,06	-379,26
Na_2O_2-α	-513,21	94,81	-449,81
Na_2S (кр)	-374,47	79,50	-358,13
Na_2SO_3 (кр)	-1089,43	146,02	-1001,21
Na_2SO_4-α	-1387,21	149,62	-1269,50
Na_2SO_4-β	$^{(\alpha\rightarrow\beta)}\Delta H_{522}$ 10,81	-	-
Na_2SO_4-γ	$^{(\beta\rightarrow\gamma)}\Delta H_{920}$ 0,33	-	-
$Na_2SO_4 \cdot 10H_2O$ (кр)	-4324,75	591,87	-3644,09
Na_2SO_4 (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{1157}$ 23,01	-	-
$Na_2S_2O_3$ (кр)	-1117,13	(225)	(-1043)
Na_2SiF_6 (кр)	-2849,72	214,64	-2696,29
Na_2SiO_3 (кр)	-1561,43	113,76	-1467,50
Na_2SiO_3 (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{1361}$ 51,80	-	-
Na_2SiO_4 (стекл.)	-1541,64	-	-
$Na_2Si_2O_5$-α	-2470,07	164,05	-2324,39
$Na_2Si_2O_5$-β	$^{(\alpha\rightarrow\beta)}\Delta H_{951}$ 0,42	-	-

$Na_2Si_2O_5$ (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{1147}$ 35,56	-	-
$Na_2Si_2O_5$ (стекл.)	-2443,04	-	-
Na_3AlF_6-α	-3309,54	283,49	-3158,53
Na_3AlF_6-β	$^{(\alpha\rightarrow\beta)}\Delta H_{834}$ 9,29	-	-
Na_3AlF_6 (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{1279}$ 107,28	-	-
Na_3PO_4 (кр)	-1924,64	224,68	-1811,31
Na_4SiO_4 (кр)	-2106,64	195,81	-1976,07
$NiCl_2$ (кр)	-304,18	98,07	-258,03
NiO-α	-239,74	37,99	-211,60
NiS (кр)	-79,50	52,97	-76,87
$NiSO_4$ (кр)	-873,49	103,85	-763,76
PCl_3 (ж)	-320,91	218,49	-274,08
PCl_3 (г)	-287,02	311,71	-267,98
PCl_5 (кр)	-445,89	170,80	-318,36
PCl_5 (г)	-374,89	364,47	-305,10
P_2O_3 (ж)	(-1097)	(142)	(-1023)
P_2O_5 (кр)	-1507,2	140,3	-1371,7
P_4O_{10} (кр)	-2984,03	228,86	-2697,60
P_4O_{10} (г)	-2894,49	394,55	-2657,46
$PbBr_2$ (кр)	-282,42	161,75	-265,94
$PbCO_3$ (кр)	-699,56	130,96	-625,87
$PbCl_2$ (кр)	-359,82	135,98	-314,56
$PbCl_2$ (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{768}$	-	-

	23,85		
$PbCl_2$ (г)	-173,64	315,89	-182,02
PbI_2 (кр)	-175,23	175,35	-173,56
PbO (желт.)	-217,61	68,70	-188,20
PbO (красн.)	-219,28	66,11	-189,10
PbO_2 (кр)	-276,56	71,92	-217,55
Pb_3O_4 (кр)	-723,41	211,29	-606,17
PbS (кр)	-100,42	91,21	-98,77
PbS (г)	122,34	251,33	76,25
$PbSO_4$ (кр)	-920,48	148,57	-813,67
$PtCl_2$ (кр)	-106,69	219,79	-93,35
$PtCl_4$ (кр)	-229,28	267,88	-163,80
$RaCl_2$ (кр)	-887,6	144,4	(-842,9)
$Ra(NO_3)_2$ (кр)	-992,27	217,71	(-795,5)
RaO (кр)	-544	(71)	(-513)
$RaSO_4$ (кр)	-1473,75	142,35	(-1363,2)
SO_2 (г)	-296,90	248,07	-300,21
SO_2Cl_2 (ж)	-394,13	216,31	-321,49
SO_2Cl_2 (г)	-363,17	311,29	-318,85
SO_3 (г)	-395,85	256,69	-371,17
$SbCl_3$ (кр)	-381,16	183,26	-322,45
$SbCl_3$ (г)	-311,96	338,49	-299,54
Sb_2O_3 (кр)	-715,46	132,63	-636,06
Sb_2O_5 (кр)	-1007,51	125,10	-864,74
Sb_4O_6 (кр)	-1417,12	282,00	-1263,10

Sb_2S_3 (черн.)	-157,74	181,59	-156,08
$SiCl_4$ (ж)	-687,85	239,74	-620,75
$SiCl_4$ (г)	-657,52	330,95	-617,62
SiF_4 (г)	-1614,94	282,33	-1572,66
SiH_4 (г)	34,73	204,56	57,18
SiO_2 (кварц-α)	-910,94	41,84	-856,67
SiO_2 (кварц-β)	$^{(\alpha\rightarrow\beta)}\Delta H_{846}$ 0,63	-	-
SiO_2 (тридимит-α)	-909,06	43,51	-855,29
SiO_2 (тридимит-β)	$^{(\alpha\rightarrow\beta)}\Delta H_{390}$ 0,29	-	-
SiO_2(кристобалит-α)	-909,48	42,68	-855,46
SiO_2(кристобалит-β)	$^{(\alpha\rightarrow\beta)}\Delta H_{515}$ 1,30	-	-
SiO_2 (стекл.)	-903,49	46,86	-850,71
$SnCl_2$ (кр)	-330,95	131,80	-288,40
$SnCl_2$ (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{520}$ 14,52	-	-
$SnCl_4$ (ж)	-528,86	258,99	-457,74
$SnCl_4$ (г)	-489,11	364,84	-449,55
SnO (кр)	-285,98	56,48	-256,88
SnO (г)	20,85	232,01	-2,39
SnO_2 (кр)	-580,74	52,30	-519,83
SnS-α	-110,17	76,99	-108,24
SnS-β	$^{(\alpha\rightarrow\beta)}\Delta H_{875}$ 0,67	-	-
SrO (кр)	-592,04	54,39	-562,10

$SrSO_4$ (кр)	-1444,74	117,57	-1332,42
$TeCl_4$ (кр)	-323,84	200,83	-236,00
TeF_6 (г)	-1369,00	335,89	-1273,11
TeO_2 (кр)	-323,42	74,06	-269,61
$Th(OH)_4$ (кр)	-1764,7	134	-1588,6
ThO_2 (кр)	-1226,75	65,23	-1169,15
ThS_4 (кр)	-627,60	96,23	-621,34
$Th(SO4)_2$ (кр)	-2541,36	148,11	-2306,04
$TiCl_4$ (ж)	-804,16	252,40	-737,32
$TiCl_4$ (г)	-763,16	354,80	-726,85
TiO_2 (рутил)	-944,75	50,33	-889,49
TiO_2 (анатаз)	-933,03	49,92	-877,65
TlCl (кр)	-204,18	111,29	-184,98
TlCl (г)	-68,41	256,06	-92,38
Tl_2O (кр)	-167,36	134,31	-138,57
UF_4 (кр)	-1910,37	151,67	-1819,74
UF_4 (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{1309}$ 58,6	-	-
UF_4 (г)	-1591,55	349,36	-1559,87
UF_6 (кр)	-2188,23	227,61	-2059,82
UF_6 (ж)	$^{(плавл)}\Delta H_{337}$ 19,22	-	-
UF_4 (г)	-2138,61	377,98	-2055,03
UO_2 (кр)	-1084,91	77,82	-1031,98
UO_2F_2 (кр)	-1637,20	135,56	-1541,06
$UO_2(NO_3)_2$ (кр)	-1348,99	276,33	-1114,76

U_3O_8 (кр)	-3574,81	282,42	-3369
WO_3 (кр)	-842,91	75,90	-764,11
WS_2 (кр)	-259,41	64,85	-249,98
$ZnCO_3$ (кр)	-812,53	80,33	-730,66
$ZnCl_2$ (кр)	-415,05	111,46	-369,39
$ZnCl_2$ (г)	-256,68	276,56	-269,24
ZnO (кр)	-348,11	43,51	-318,10
ZnS (кр)	-205,18	57,66	-200,44
$ZnSO_4$ (кр)	-981,36	110,54	-870,12
$Zn(OH)_2$ (кр)	-645,43	76,99	-555,92
$ZrCl_4$ (кр)	-979,77	181,42	-889,27
$ZrCl_4$ (г)	-869,31	368,19	-834,50
ZrO_2-α	-1097,46	50,36	-1039,72

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. **Гузей Л.С., Кузнецов В.Н., Гузей А.С. Общая химия. Под редакцией проф. С.Ф. Дунаева //изд-во Московского университета, 1999. – 333 с.**
2. **Смирнова Н.Б. Вычисление тепловых эффектов химических реакций. Вычисление энергий Гиббса и определение направления химических реакций. Учебное пособие. По дисциплине «Химия» // Издание уральской Государственной Горно-геологической академии, Екатеринбург, 1997. -18 с.**
3. **Гельфман М.И., Юстратов В.П, Химия.** Издательство: "Лань. – 2008. 480 с.
4. **Справочник химика. Т.1. Общие сведения. Строение вещества. Свойства важнейших веществ. Лабораторная техника. Издательство «Химия» Москва – 1966-Ленинград. 1071 с.**
5. **Глинка Н.Л. Общая химия: учебное пособие для вузов.-/** Н.Л. Глинка. – М. КНОРУС, 2011. – 752 с.

ОГЛАВЛЕНИЕ

Раздел I..Основные положения

Раздел II. Первое начало термодинамики

2.1. Термохимия

2.2. Примеры решения задач

2.3. **Контрольные вопросы и задания**

Раздел III. Второе начало термодинамики.

3.1. Вычисление энергий Гиббса и определение направления химических реакций.

3.2. Примеры решения задач.

3.3. Термодинамическое равновесие

3.4. Примеры решения задач

3.5. Контрольные вопросы и задания

Важные годы в истории термодинамики

Приложения

Приложение 1. Тестовые задания для самостоятельной работы

Приложение 2. Таблицы термодинамических функций

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Основы химической термодинамики: Учебное пособие по разделу дисциплины «Химия» для студентов всех специальностей

Авторы: Чупахина Т.И., доцент, кандидат химических наук
Меньшиков С.Ю., доцент, кандидат химических наук

Корректура кафедры химии
Подписано к печати
Формат бумаги 60х84 1/16
Печ. Л. Тираж экз. Заказ №
Цена

Информационно-издательский центр УГГУ,
620144, г. Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30.

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

ОДОБРЕНО
Методической комиссией инженерно-экономического факультета УГГУ
«19» апреля 2019 г.
Председатель комиссии
_____Л. А. Мочалова

А. М. Амдур, Д. В. Благин

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебное пособие для студентов

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность
Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Издание УГГУ Екатеринбург, 2017

УДК 541.1

А 46

Рецензент: В.В. Павлов, д-р хим. наук, профессор кафедры химии
ФГБОУ ВО «УГГУ»

Учебное пособие рассмотрено на заседании кафедры химии 12 мая 2017 г. (протокол № 10) и рекомендовано для издания в УГГУ.

Амдур А. М., Благин Д. В.

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ: учебное пособие / А. М. Амдур, Д. В. Благин. – Екатеринбург: Изд-во УГГУ, 2017. – □ 79 с.

В учебном пособии изложен конспект лекций в соответствии с программой по дисциплине «Физическая химия», которая присутствует в учебных планах инженерных специальностей УГГУ.

Пособие содержит сведения об основных законах и соотношениях термодинамики, о фазовых, адсорбционных и химических равновесиях, об основах теории растворов, адсорбции, седиментации, термодинамике неравновесных процессов, представлены данные о равновесных и неравновесных свойствах растворов электролитов, разобраны преставления о электродных потенциалах, электрохимических цепях и электродвижущих силах. Изложены основы коллоидной химии.

Изложение теоретического материала сопровождается примерами решения прикладных задач, учитывающих специфику вуза горного профиля.

Конспект лекций предназначен для студентов всех специальностей и направлений.

Рис. 23. Библиогр. 7 назв.

© Уральский государственный
горный университет, 2017

© Амдур А.М., Благин Д.В., 2017

ОГЛАВЛЕНИЕ

1	ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ	5
1.1	Первый закон термодинамики	5
1.2	Теплоёмкость	8
1.3	Связь между Q_p и Q_v	8
1.4	Следствия 1 закона термодинамики. Закон Гесса	9
1.5	Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа	10
1.6	Второй закон термодинамики	11
1.7	Статический смысл второго закона	13
1.8	Изобарно-изотермный и изохорно-изотермный потенциалы	14
2	ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ	19
2.1	Поверхностное натяжение	19
2.2	Капиллярное давление	21
2.3	Связь поверхностного натяжения σ с прочностью межчастичных связей (адгезия и когезия).	22
2.4	Методы измерения поверхностного натяжения	24
2.5	Смачивание	26
2.6	Флотация	29
3	ФИЗИЧЕСКАЯ И ХИМИЧЕСКАЯ АДСОРБЦИЯ	30
3.1	Уравнение Лэнгмюра	32
3.2	Адсорбция в растворах	38
3.3	Уравнение Гиббса	39
3.4	Зависимость поверхностного натяжения растворов от концентрации.	40
4	ЭЛЕКТРОПРОВОДНОСТЬ ЭЛЕКТРОЛИТОВ	41
4.1	Экспериментальное определение электропроводно-	42

сти
4.2 Эквивалентная электропроводность 44
4.3 Числа переноса 45
4.4 Подвижность ионов 46
4.5 Электропроводность сильных электролитов 48
4.6 Зависимость электропроводности от температуры 49
5 ДИСПЕРСНЫЕ СИСТЕМЫ 50
5.1 Классификация дисперсных систем 51
5.2 Дисперсность частиц и поверхностная энергия 52
5.3 Седиментационное равновесие 53
5.4 Седиментационный анализ 54
5.5 Седиментационный анализ полидисперсных систем 55
6 КОЛЛОИДНЫЕ РАСТВОРЫ 60
6.1 Двойной электрический слой 60
6.2 Строение двойного слоя 60
6.3 Мицеллярная теория строения лиофобных коллоидов (золей) 62
6.4 Образование коллоидных систем 64
6.5 Образование ядра мицеллы. Теория зарождения новых фаз 65
6.6 Устойчивость дисперсных систем 67
6.7 Коагуляция электролитами 68
6.8 Кинетика (скорость) коагуляции коллоидов 69
6.9 Теория быстрой перикинетической коагуляции 71
6.10 Медленная перикинетическая коагуляция 74
6.11 Ортокинетическая коагуляция 74
6.12 Оптические свойства дисперсных систем 75
Список литературы 78

1. ОСНОВЫ ТЕРМОДИНАМИКИ

Термодинамика определяет направленность процессов и условия равновесия системы.

Термодинамика, как и геометрия, построена на постулатах, которые называются законами или началами термодинамики. Они получены путем обобщения экспериментального материала. Остальные закономерности выводятся на основе их логического развития.

При решении термодинамических задач из всего мира выбирают тело или группу тел и изучают их взаимодействие с остальным веществом. Следовательно, имеется система и внешняя среда, которые обмениваются энергией. Выбор тел, составляющих систему, зависит от конкретных целей. Обмен энергией происходит в форме теплоты (микроскопическая неупорядоченная форма передачи энергии) или работы (макроскопическая форма). Состояние системы характеризуется совокупностью свойств, называемых термодинамическими параметрами. Температура, давление, плотность и концентрация считаются основными параметрами. Другие свойства рассматриваются как функции основных.

При строгом подходе к решению любой научной или инженерной задачи он должно базироваться на термодинамическом анализе.

1.1 Первый закон термодинамики.

Это частный случай закона сохранения и превращения энергии в применении к процессам, сопровождающимся преобразованием теплоты.

Работа процесса А – энергия, передаваемая одним телом другому при их взаимодействии, не зависящая от температуры Т и не связанная с переносом вещества. Она определяется произведением действующих на систему сил

на соответствующий путь. Например, работа против сил внешнего давления p выражается, как A = pΔV, где ΔV – изменение объема системы, против сил поверхностного натяжения σ $A = \sigma \cdot \Delta\omega$, где Δω - изменение величины поверхности.

Теплота процесса Q – энергия, передаваемая от одного тела к другому, зависящая лишь от их T и не связанная с переносом вещества.

Первый закон термодинамики в интегральной форме имеет вид:

$$\Delta U = Q - A,$$

где U – внутренняя энергия.

U - свойство тела, которое складывается из следующих компонент:

1) кинетической энергии молекулярного движения;
2) энергии молекулярного взаимодействия;
3) внутримолекулярной энергии;
4) энергии электронного возбуждения;
5) внутриядерной энергии;
6) лучистой энергии;
7) гравитационной и т.д.

Внутренняя энергия – функция состояния или свойство системы. Теплота и работа могут быть отнесены только к процессу и не являются свойствами, поэтому они не имеют полного дифференциала. Для бесконечно малого изменения состояния первый закон термодинамики запишется в виде:

$$dU = \delta Q - \delta A,$$

где dU – полный дифференциал; δQ, δA вариации Q и A.

Таким образом, первый закон термодинамики позволяет рассчитать количество тепла, выделяемого в экзотермическом или поглощаемого в эндо-

термическом процессах, и составить тепловой баланс промышленного агрегата.

Рассмотрим его частные случаи.

При адиабатном процессе $\delta Q = 0$ (нет обмена теплотой с внешней средой, система адиабатически замкнута). Следовательно:

$$-dU = pdV,$$

т. е. работа производится за счет убыли энергии системы.

При изохорном процессе $dV = 0$:

$$\delta Q_V = dU_V.$$

(Нижние индексы, как “v” в этом примере, означают, что данный параметр остается постоянным.)

При изобарном процессе $dP = 0$:

$$\delta Q_P = d(U + pV).$$

Теплота процесса δQ_P есть функция состояния или свойство системы, так как $U + pV$ имеет полный дифференциал:

$$U + pV \equiv H.$$

Это свойство называется «энтальпия» (от греческого «нагреваю»). По определению она равна внутренней энергии, сложенной с произведением $P \cdot V$, то есть потенциальной энергией. Таким образом, H – энергия расширенной системы.

$$dU = dH - p\,dV - Vdp;$$

$$\delta Q = dH - p\,dV - Vdp + p\,dV;$$

$$\delta Q = dH - p\,dV.$$

$$Q = \Delta H - \int_1^2 VdP$$

Из определительного выражения энтальпии следует, что при нагревании H увеличивается.

1.2 Теплоёмкость

Теплоемкость широко используется для расчета термодинамических свойств.

Средняя теплоёмкость – количество теплоты, за счет получения (или отдачи) которой температура системы изменяется на ΔT:

$$C_{T_1 \div T_2} \equiv \frac{Q}{T_1 - T_2} = \frac{Q}{\Delta T}.$$

Истинная теплоёмкость :

$$C = \frac{\delta Q}{\partial T}.$$

Так как δQ зависит от пути процесса, надо указать какой параметр (P или V) остается постоянным при нагреве или охлаждении:

$$Cv = \frac{\delta Q_V}{dT} = \left(\frac{\partial U}{\partial T}\right)_V$$

$$C_P = \frac{\delta Q_P}{dT} = \left(\frac{\partial H}{\partial T}\right)_P$$

$$Q_P = \Delta H_P = \int_{T_1}^{T_2} C_P dT$$

$$C_P - C_V = \left[\left(\frac{\partial U}{\partial V}\right)_T + P\right] \cdot \left(\frac{\partial V}{\partial T}\right)_P$$

Обычно $\frac{\partial U}{\partial V}$ неизвестно.

1.3 Связь между Q_p и Q_v

$$Q_P = \Delta H;\ Q_V = \Delta U_V$$

$$\Delta H = \Delta U_P + p\Delta V$$

$$Q_P - Q_V = \Delta U_P + p\Delta V - \Delta U_V$$

При малых P $\Delta U_P \approx \Delta U_V$ (для идеальных газов $\Delta U_V = \Delta U_P$).

ΔV - значительно тогда, когда в реакции участвуют газы, для остальных случаев:

$$Q_P \approx Q_V.$$

Для газов, принимая их идеальными и используя закон Менделеева-Клайперона, получим:

$$P\Delta V = \Delta nRT,$$

$$Q_P - Q_V = \Delta nRT$$

Δn - изменение числа молей газообразных веществ, участвующих в реакции.

Пример:

$H_2 + ½\ O_2 = H_2O$ $\quad \Delta H_{298} = -57800$ кал/моль

1 моль + ½ моль = 1 моль

$\Delta n = 1\text{-}1\text{-}0{,}5 = -\ 0{,}5$ моль

$Q_v = -57800 + 0{,}5 \cdot 1{,}986 \cdot 298 = -57500$ кал/моль.

1.4 Следствия 1 закона термодинамики. Закон Гесса

Так как ΔU и ΔH не зависят от пути процесса, то и тепловой эффект химической реакции (см.выражения) не зависит от способов ее осуществления, а определяется лишь начальным и конечным состояниями системы.

Выводы:

1. Теплота образования соединений из исходных веществ не зависит от способа, каким это соединение получено
2. Теплота разложения соединения равна теплоте образования (с противоположным знаком)

3. Тепловой эффект реакции равен алгебраической сумме теплот образования реагентов из простых веществ.

$$\Delta H = \Sigma(\Delta H_{обр})_{прод.} - \Sigma(\Delta H_{обр})_{иск.}.$$

4. Тепловой эффект равен алгебраической сумме теплот сгорания реагентов до одинаковых продуктов

$$\Delta H = \Sigma(\Delta H_{сг})_{иск.} - \Sigma(\Delta H_{сгор})_{прод.}.$$

Пример. Законом Гесса пользуются для расчета теплового эффекта реакций, которые трудно осуществить экспериментально.

1) $C_{тв} + O_2 = CO_2$ $\Delta H_{298} = -94000$ кал/моль

2) $CO + ½\ O_2 = CO_2$ $\Delta H_{298} = -67600$ кал/моль

3) $C_{тв} + ½\ O_2 = CO$ – осуществить трудно, так как в продуктах всегда будет присутствовать и CO_2.

$\Delta H_1 = \Delta H_3 + \Delta H_2$; $\Delta H_3 = -94000 + 67600 = -26400$ кал/моль.

Тепловые эффекты должны быть отнесены к одинаковым условиям, иначе их суммирование станет невозможным. Такие условия называются стандартными: Т = 298 К, Р = 1 атм, при этом считают, что газы обладают свойствами, присущими им при $P \to 0$.

1.5 Зависимость теплового эффекта реакции от температуры. Закон Кирхгофа

Запишем химическую реакцию в общем виде:

$$n_1A + n_2B = n_3F + n_4D + \Delta H.$$

Тепловой эффект реакции при постоянном давлении равен разности энтальпий продуктов и исходных веществ:

$$\Delta H = Q_P = \left(n_3\Delta H_F + n_4\Delta H_D\right) - \left(n_1\Delta H_A + n_2\Delta H_B\right);$$

$$\left(\frac{\partial \Delta H}{\partial T}\right)_P = \left[n_3\left(\frac{\partial \Delta H_F}{\partial T}\right)_P + n_4\left(\frac{\partial \Delta H_D}{\partial T}\right)_P - n_1\left(\frac{\partial \Delta H_A}{\partial T}\right)_P - n_2\left(\frac{\partial \Delta H_B}{\partial T}\right)_P\right],$$

но $\frac{\partial H}{\partial T} = C_P$. Тогда: C_P

$$\left(\frac{\partial \Delta H}{\partial T}\right)_P = n_3 C_{P_F} + n_4 C_{P_D} - n_1 C_{P_A} - n_2 C_{P_B} = \Delta C_P.$$

ΔC_P - разность суммы теплоемкостей продуктов и исходных веществ, взятых с соответствующими стехиометрическими коэффициентами.

Аналогично: $Q_V = \Delta U$; $\left(\frac{\partial \Delta U}{\partial T}\right)_V = \Delta C_V$ и

$$d\Delta H = \Delta C_P dT. \quad \Delta H = \Delta H_0 + \int_0^T \Delta C_P \, dT,$$

ΔH_0 - константа интегрирования.

Для решения этого уравнения надо знать $C_P = \varphi(T)$. Обычно ее задают в виде полинома:

$$C_P = \Gamma_0 + \Gamma_1 T + \Gamma_2 T^2 + \ldots$$

$$\Delta C_P = \Delta\Gamma_0 + \Delta\Gamma_1 T + \Delta\Gamma_2 T^2, \text{где}$$

$$\Delta\Gamma_0 = n_3\Gamma_{0F} + n_4\Gamma_{0D} - n_1\Gamma_{0A} - n_2\Gamma_{0B}$$

Поэтому получим:

$$\Delta H = \Delta H_0 + \int_0^T \left(\Delta\Gamma_0 + \Delta\Gamma_1 T + \Delta\Gamma_2 T^2\right) dT$$

$$\Delta H = \Delta H_0 + \Delta\Gamma_0 T + \Delta\Gamma_1 \frac{T^2}{2} + \Delta\Gamma_2 \frac{T^3}{3}$$

Обычно, чтобы найти ΔH_0, пользуются тепловым эффектом при 298 К:

$$\Delta H_{298} = \Delta H_0 + \Delta\Gamma_0 298 + \Delta\Gamma_1 \frac{(298)^2}{2} + \Delta\Gamma_2 \frac{(298)^3}{3}.$$

1.6 Второй закон термодинамики

Он определяет направленность самопроизвольно протекающих процессов. Второе начало, как и первое не может быть выделено на основе каких-либо более общих положений, а устанавливается на основании опыта.

Введем ряд определений.

Процесс называется обратимым, если в нем любое состояние системы бесконечно близко к состоянию равновесия. Такой процесс должен идти с бесконечно малыми скоростями.

Если в данном процессе хотя бы одно из состояний далеко от равновесия, то процесс называется необратимым. Так как процессы идут в природе с конечными скоростями, все реальные процессы необратимы.

Характерной особенностью обратимого процесса является то, что в нем возможно возвращение системы в исходное состояние без изменений, как в самой системе, так и в окружающей среде.

Общий критерий направленности – энтропия S, которая является однозначной функцией состояния системы, т.е. всякая система в любом ее состоянии имеет вполне определенное и единственное значение S так же, как и значения P, V, T, U и др. свойств.

Для обратимого процесса можно записать выражение:

$$dS \equiv \frac{\partial Q}{T}.$$

Таким образом дифференциал энтропии при элементарном равновесном процессе равен отношению бесконечно малого количества теплоты, сообщенного системе к ее термодинамической (абсолютной) температуре. Из данного уравнения следует, что энтропия есть приведенная теплота.

Для конечного изменения состояния системы в обратимых процессах изменение энтропии равно:

$$\Delta S = \int_1^2 \frac{\partial Q}{T}$$

В адиабатном обратимом процессе $\Delta S = 0$ и $dS = 0$.

Для необратимого процесса $\Delta S > 0,\ dS > 0$.

Для изолированной системы (в которую включен тепловой источник):

$$\Delta S \geq 0; \quad \Delta S = S_2 - S_1 \geq \int_1^2 \frac{\partial Q}{T}.$$

Если система изолирована, то при протекании в ней обратимых процессов энтропия не изменится, при необратимых процессах она растет.

Когда необратимый процесс приводит систему в состояние равновесия, ее энтропия достигает максимума.

Возможно три состояния системы:

$\Delta S > 0$ - процесс в изолированной системе возможен;

$\Delta S < 0$ - невозможен;

$\Delta S = 0$ - система находится в равновесии.

1.7 Статический смысл второго закона

Одно и то же макросостояние системы, заданное термодинамическими параметрами, может существовать при различном распределении энергии между отдельными молекулами, т.е. при различных микросостояниях.

Число микросостояний, с помощью которых можно осуществить данное макросостояние, называется термодинамической вероятностью W. Она определяется общим числом комбинаций, с помощью которых реализуется макрососостояние.

Состояние молекулы характеризуется 3 координатами и 3 импульсами mV. Поэтому оно может быть изображено в гипотетическом 6-мерном пространстве, называемым фазовым (ФП). “Объём” $dxdydzd(mV_x)\cdot d(mV_y)d(mV_z)$ называется ячейкой ФП. Чтобы найти W, надо определить распределение молекул по ячейкам ФП.

N – общее число молекул

N_i – число молекул в i-ой ячейке

$$W = \frac{N!}{N_1!N_2!N_3!\ldots}$$

Когда N=10, то $W = \frac{10!}{3!2!4!1!} = 12600$. Так как в реальном теле число молекул или атомов N больше миллиона, то термодинамическая вероятность W очень большая величина.

Австрийский физик Больцман связал энтропию с термодинамической вероятностью:

$$S = k\ln W,$$

где k – постоянная Больцмана.

Наибольшая вероятность отвечает равномерному распределению частиц. При $N > 10^6$ $W_{равн}$ очень велика и из всех возможных вариантов практически реализуется только равномерное распределение. Потому система стремится занять состояние с W_{max}, при этом $S = S_{max}$.

Таким образом система самопроизвольно переходит от менее вероятного состояния к более вероятному и поскольку W_{max} велика, то из более вероятного состояния система не отклонится на заметное значение. Следовательно в изолированной системе все процессы идут в направлении увеличения энтропии. Состоянию равновесия отвечает S_{max}.

Энтропию можно рассматривать как количественную меру беспорядка в расположении частиц, составляющих данное тело. Если взять кристалл чистого вещества, то при T = 0° К все атомы находятся в узлах решетки, так как кинетическая энергия равна нулю, поэтому W = 1, а S = 0. При нагревании атомы могут переходить междоузлия $W \uparrow \Rightarrow S \uparrow$.

Таким образом второй закон термодинамики – это закон вероятностей.

1.8 Изобарно-изотермный и изохорно-изотермный потенциалы

Пользоваться энтропией как критерием направленности процесса неудобно, поскольку надо включить в систему все тела и сделать ее адиабатически замкнутой.

Поэтому введены менее общие, но более удобные критерии направленности процессов. Они называются термодинамическими потенциалами. Наиболее часто используются следующие потенциалы.

1) При P, T = const потенциал называется энергией Гиббса и обозначается буквой G:

$$G = H - TS.$$

2) При V, T = const потенциал называется энергией Гельмгольца и обозначается буквой потенциал называется энергией Гиббса и обозначается буквой F:

$$F = U - TS.$$

Энергии Гиббса и Гельмгольца связаны между собой следующим образом:

$$H = U + PV;\ U = H - PV \qquad G = F + PV$$

$$F = H - PV - TS = G - PV; \qquad F = G - PV$$

G и F являются однозначными, конечными и непрерывными функциями свойств системы, поэтому их можно рассматривать как функции состояния или свойства системы.

[G] = 1 Дж/моль, [F] = 1 Дж/моль.

Определение направленности процессов по изменению энергии Гиббса ΔG и Гельмгольца ΔF. При P, T = const

$$\Delta S \geq \int_1^2 \frac{\partial Q}{T} \geq \frac{\Delta H}{T}$$

$$T\Delta\Delta \geq \Delta H; \qquad \Delta H - T\Delta\Delta \leq 0 \quad \Delta G \leq 0$$

< - необратимые процессы; = - обратимые процессы. Всякий реальный процесс при P, T = const идет в сторону убыли G. Равновесие наступает при $G = G_{min}$ или dG = 0.

Аналогично $\Delta F \leq 0$.

Связь ΔG с работой обратимого процесса

$Q - A = \Delta U$

T =const, процесс обратим

$$\Delta S = \frac{Q_{обр}}{T}$$

$Q_{обр} = T\Delta S \qquad T\Delta S - A = \Delta U; \qquad -A_{обр} = \Delta U - T\Delta S;$

$\Delta F = -A_{обр} = -A_{max}$ (работа обратимого процесса максимальна).

ΔF равно работе изотермического обратимого процесса с обратным знаком.

$$G = F + pV; \quad \Delta G = \Delta F + P\Delta V = -(A_{обр} - P\Delta V).$$

Величина ΔG равна работе обратимого процесса за вычетом работы против сил внешнего давления с обратным знаком.

Парциально-молярные свойства

В технике чистые вещества практически не встречаются. Стали, горные породы, магма – растворы, и в них поведение и свойства компонентов отличаются от поведения чистых веществ.

Свойства веществ, находящихся в растворе называются парциальными или парциально-молярными $\overline{H_i}$ $\overline{V_i}$ и т.д. и зависят от состава.

Определение:

$$\Delta V_{общ} = V_{ш} = \overline{V}$$

$N_2 \approx \text{const}$

$\Delta V = \overline{V_1}$

$$\Delta V = \overline{V_2} = \left(\frac{\partial V_{общ}}{\partial n_2}\right)_{P,T,n_1}$$

$$\overline{g_i} = \left(\frac{\partial g_{общ}}{\partial n_i}\right)_{P,T,n_{o \neq ш}}$$

$\overline{g_i}$ - приращение общего свойства при добавлении 1 моля

i – компонента, когда P, T и $n_{j \neq i}$ не меняются.

$\overline{G_i} = \mu_i = \left(\frac{\partial G}{\partial n_i}\right)_{P,T,n_{j \neq i}}$ - химический потенциал.

Условие равновесия фаз $\mu_i^I = \mu_i^{II}$.

Цикл Карно – обратный переход тепла от более горячего тепла к холодному, рис. 1.

В основе рассуждений лежит постулат Клаузиуса. Теплота сама собой не может переходить от холодного тепла к горячему.

Предел перехода теплоты в работу далее в обратимом процессе устанавливается циклом Карно.

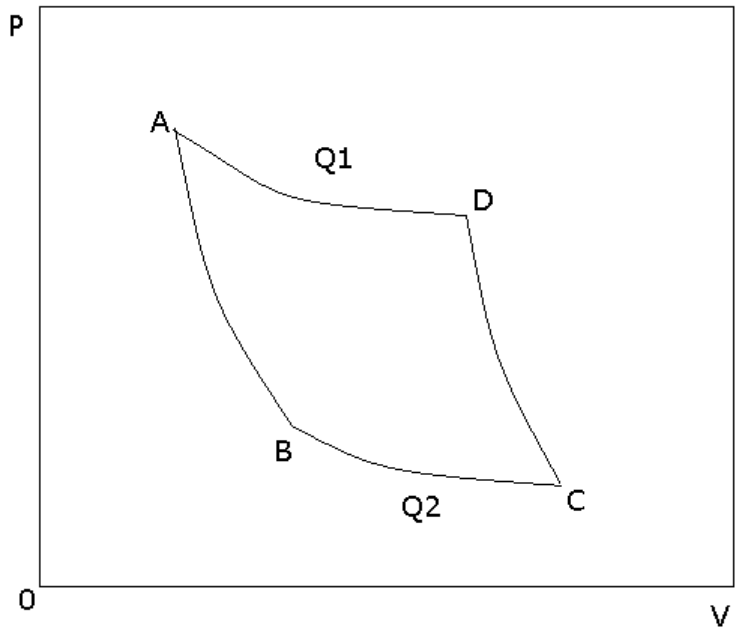


Рис. 1 - Цикл Карно

1) Изотермическое расширение АВ теплота отбирается у теплоотдатчика Q_1.

2) ВС – адиабатическое расширение.

3) СД – изотермическое сжатие – рабочее тело отдает тепло Q_2 теплоприемнику.

4) Адиабатическое сжатие ДА.

$$A = Q_1 - Q_2$$

В обратном цикле Q_2 отбирается и вместе с А передается теплоотдатчику.

Рассчитаем η этой машины. Карно установил, что η при работе по обратимому циклу не зависит от природы рабочего тепла, а определяется только интервалом ΔT, в котором совершается работа.

Доказательство:

Допустим, что проведя в одинаковом температурном интервале цикл Карно с разными телами удалось бы получить разные η_1 и η_2.

Первый цикл в прямом направлении, второй – в обратном.

	Q_1	Q_2	A	η		
1 цикл	+100	- 80	+20	0,20	$\Rightarrow$	A- зафиксировано, т.е. без компенсации работой.
2 цикл	- 110	+90	- 20	0,18		
	- 10	+10	0			

Энергия переходит от холодного тепла к горячему без компенсации ΔA = 0, что противоречит принципу Клаузиуса.

Таким образом

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \varphi(T_1, T_2) \quad \text{или} \quad \eta = \frac{A}{Q_1} = \frac{Q_1 - Q_2}{Q_1} = \varphi(T_1, T_2) \qquad (*)$$

Независимость η от природы вещества и позволила ввести абсолютную шкалу T, где за единицу измерения T принимают такую разность между температурами, которое дает возможность совершить 1/100 работы по циклу Карно между $T_{кип}$ и $T_{пл}$

из (*): $\frac{Q_1}{T_1} + \frac{Q_2}{T_2} = 0$

Разобьем цикл Карно на бесконечное число б/м циклов, считая, что на элементарном участке теплообмена T = const.

$$\frac{\delta Q_1}{T_1} + \frac{\delta Q_2}{T} = 0$$

Для всего цикла

$$\int_1^2 \frac{\delta Q_1}{T_1} + \int_2^1 \frac{\delta Q_2}{T_2} = 0 \quad \text{или} \quad \oint \frac{\delta Q}{T} = 0$$

т.е. алгебраическая сумма приведенных теплот для любого обратимого кругового процесса равна 0.

Если круговой интеграл равен 0, то подынтегральная функция полный дифференциал – т.е. свойство системы.

Поэтому $dS \equiv \frac{\delta Q}{T}$

Адиабатический обратимый процесс $dS = 0$ $\Delta S = 0$.

Необратимый процесс – исходное и конечное состояние совпадает с обратимым - ΔU одинаково, а работа меньше: $Q = \Delta U + A$ – теплота тоже меньше, поэтому

$$dS \rangle \frac{\delta Q}{T}$$

Для адиабатического необратимого $dS > 0$.

2. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ЯВЛЕНИЯ

2.1 Поверхностное натяжение

Рассмотрим отличия в силах, действующих на атомы, находящиеся в поверхностном слое на границе с газом, вакуумом или конденсированным веществом и объеме фаз, рис. 2.

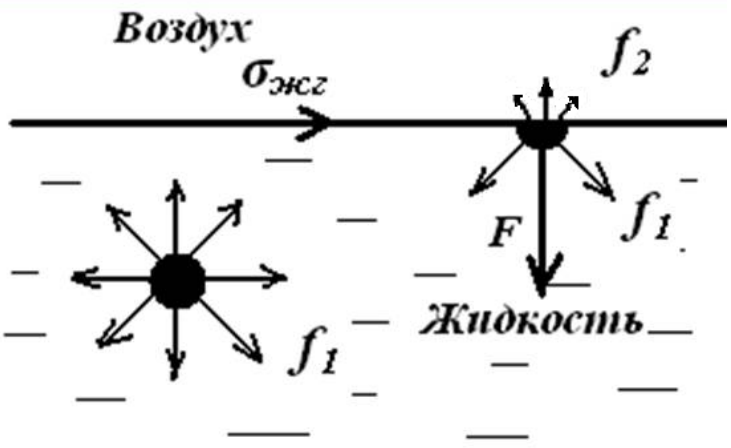


Рис. 2 – Силы взаимодействия атомов на границе раздела и в объёме

1) Для атомов, находящихся в объеме фазы, за время, большее по сравнению с периодом колебаний, силы, действующие со стороны других частиц, одинаковы f_1.

2) Для атомов, находящихся в поверхности, силовое поле асимметрично. Появляется равнодействующая F, стремящаяся втянуть атомы в объем, что вызывает самопроизвольное сокращение поверхности.

Сила, вызывающая сокращение поверхности, отнесенная к единице ее длины и направленная по касательной к ней, называется поверхностным натяжением.

Единица измерения поверхностного натяжения как силы: [γ] = 1 Н/м.

Если не действуют другие силы, то жидкость стремится принять правильную сферическую форму.

Если и вторая фаза конденсированное вещество (жидкое или твердое), то поверхностное натяжение называют межфазным.

Таким образом, причина появления поверхностного или межфазного натяжения – асимметрия силового поля, в котором находятся атомы вещества в поверхностном слое.

Чем меньше объем жидкости (или размер частиц твердого тела), тем больше частиц находится в поверхности, и поверхностные силы приобретает больший удельный вес.

Для увеличения поверхности надо затратить работу против сил поверхностного натяжения, которая в соответствии со 2-м законом термодинамики при V,T = const будет равна изменению свободной энергии:

$$\Delta F = \sigma \Delta \omega = -A_{max}.$$

Тогда σ равно:

$$\sigma = \frac{\Delta F}{\Delta \omega} \text{ или } \sigma = \left(\frac{\partial F}{\partial \omega}\right)_{V,T}. \qquad (2.1)$$

В соответствии с (2.1) поверхностное натяжение есть свободная энергия единицы поверхности и обозначается греческой буквой σ. В этом варианте единица измерения поверхностного натяжения: [σ] = 1 Дж/м^2.

В обозначение межфазного натяжения в виде индекса вводят номера или названия фаз, например, σ_{12} или $\sigma_{тж}$ - межфазное натяжение на границе фаз 1 и 2 или твердой и жидкой фаз соответственно.

Для жидкостей, обладающих изотропностью, σ = γ, и понятия поверхностного натяжения как силы и энергии не разделяют.

В кристаллах γ является векторной величиной, тогда как σ величина скалярная. В них γ зависит от грани, к которой относится поверхностное натяжение, а в пределах одной грани – даже от выбранного направления.

2.2 Капиллярное давление

Избыточное по сравнению с атмосферным давление ΔP, оказываемое силами поверхностного натяжения жидкости σ, называется капиллярным. Оно направлено к центру кривизны поверхности жидкости и описывается уравнением Лапласа.

Для поверхности правильной сферической формы радиусом R:

$$\Delta P = \frac{2\sigma}{R}.$$

Если поверхность имеет форму эллипсоида вращения, то

$$\Delta P = \sigma\left(\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2}\right), \qquad (2.2)$$

где R_1 и R_2 – главные радиусы кривизны.

В соответствии с уравнением Лапласа капиллярное давление обратно пропорционально радиусу кривизны. Поэтому в капиллярах или порах мик-

ронного размера это давление очень велико. Например, для магматических расплавов, пропитывающих горные породы с размерами пор порядка 1 мкм, оно составляет около 8 атм. Разность лапласовских давлений на торцах капилляра является движущей силой движения жидкости в пористом теле. На рис. показано, как капля на поверхности вытягивает всю сообщающуюся с ней жидкость, находящуюся в поре. В этом случае каплю называют капиллярным насосом.

Капиллярные явления лежат в основе многих технологий создания конструкционных материалов, широко используются при добыче нефти и т.д.

2.3 Связь σ с прочностью межчастичных связей (адгезия и когезия).

Выделим фрагмент гомогенной жидкости в виде параллелепипеда с площадью основания, равной 1 $см^2$. Его свободную энергию обозначим буквой F. Разделим параллелепипед изотермически и обратимо на 2 части. Затраченная работа будет отвечать созданию новых 2-х $см^2$ поверхности жидкость – газ.

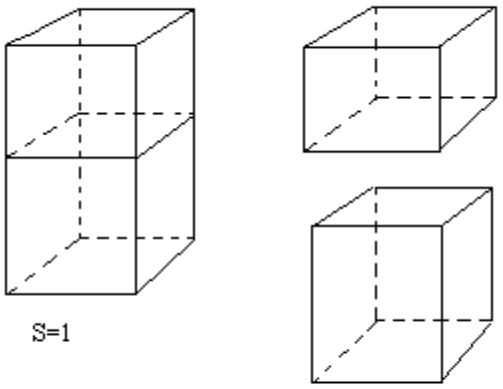


Рисунок 3 – Схема образования новой поверхности при дроблении

Свободная энергия разделенных столбиков жидкости: F + 2σ. Рассчитаем произведенную работу, равную разности свободных энергий в конечном и исходном состояниях:

$$W_K = F + 2\sigma - F = 2\sigma. \qquad (2.3)$$

Определение: Работа обратимого изотермического разрыва столбика жидкости сечением 1 см^2 называется работой когезии или просто когезией W_K

Чем прочнее связи между атомами, тем больше W_K, а значит и $\sigma_ж$, что позволяет рассматривать $\sigma_ж$ в первом приближении как характеристику прочности межчастичных связей.

В общем случае: $\sigma = \left(\frac{\partial F}{\partial \varpi}\right)_{V,T}$;

$$F = U - TS;$$

$$\sigma = \left(\frac{\partial (U - TS)}{\partial \varpi}\right)_{V,T}. \qquad (2.4)$$

Из этих уравнений следует, что σ обусловлена изменением внутренней энергии и энтропии при выводе частиц в поверхность. Представим себе, что параллелепипед состоит из двух несмешивающихся жидкостей (или в общем случае двух фаз), и проведем разделение этих фаз обратимо и при V,T = const по границе раздела. Свободная энергия этой системы в исходном состоянии равна $F + \sigma_{12}$, а после разделения: $F + \sigma_1 + \sigma_2$, так как мы устранили межфазную поверхность и создали две новые.

Совершенная при разрыве работа составит:

$$W_A = \sigma_1 + \sigma_2 + F - (F + \sigma_{12}) = \sigma_1 + \sigma_2 - \sigma_{12}. \qquad (2.5)$$

Определение: Работа обратимого изотермического разделения 2^x фаз, относящаяся к единице поверхности, называется работой адгезии или просто адгезией W_A.

Уравнение (2.5) называется уравнением Дюпре. На его анализе основаны сварка, склеивание, эмалирование и другие процессы. Согласно Дюпре для увеличения адгезии надо понизить межфазное натяжение σ_{12} . Оно тем меньше, чем ближе соединяемые фазы по своей природе.

2.4 Методы измерения поверхностного натяжения

Метод отрыва кольца

Метод основан на измерении усилия W, необходимого для отрыва тела в форме цилиндра или кольца от поверхности жидкости:

$$W = \sigma \cdot 4\pi\pi ,$$

где R – радиус цилиндра или кольца.

Измерив прибором W и зная R, рассчитывают σ.

Для жидкостей с малой вязкостью, хорошо смачивающих поверхность, относительная погрешность ε составляет 2-3 %.

При η=1÷10 Пз и более метод не применим.

Метод неподвижной капли

Каплю лиофобной жидкости помещают на твердую полированную поверхность. Избыточное давление в жидкости, связанное наличием искривленной поверхности, описывается, как уже отмечалось, уравнением Лапласа (2.2).

Если капля неподвижна, это давление уравновешивается реакцией опоры. Из условия равновесия можно рассчитать σ, определив размеры капли по ее фотоснимку.

Относительная ошибка метода - 0,5 %.

Метод максимального давления при образовании пузырька газа

Опыт организуют следующим образом. К поверхности жидкости до касания с ней подводят капилляр, через который подается газ. В результате на торце капилляра образуется пузырек. Работа расширения газа совершается против сил поверхностного натяжения исследуемой жидкости:

$$\rho dV = \sigma d\varpi \qquad (2.6)$$

(в уравнении (2.6) не учитывается гидростатическое давление жидкости).

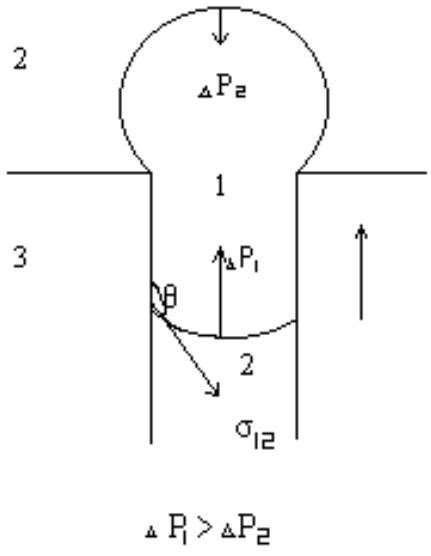


Рисунок 4 – Давление газа в пузырьке

Давление газа будет максимальным P_{max}, когда радиус пузырька $r_п$ достигнет радиуса капилляра $r_к$: $r_п = r_к = r$. Тогда, измеряя P_{max} , можно рассчитать σ, считая, что пузырек имеет правильную

сферическую форму, по уравнению, полученному дифференцированием (2.6):

$$\sigma = \frac{P_{max} r}{2}.$$

Радиус капилляра определяют, замеряя P'_{max} в жидкости, поверхностное натяжение которой измерено другим методом $\sigma_э$:

$$r = \frac{2\sigma_э}{P'_{max}}.$$

Метод становится относительным, поскольку использовано эталонное вещество. Расчетное уравнение имеет вид:

$$\sigma = \sigma_э \frac{P_{max}}{P'_{max}}. \qquad (2.7)$$

При учете большинства факторов, вызывающих погрешности, точность метода высока - для молекулярных жидкостей ε составляет 0,02 %.

2.5 Смачивание

Явление смачивания рассматривается на границе раздела трех фаз. На рис. 3 приведена граница твердое тело(3)-жидкость(1)-газ(2).

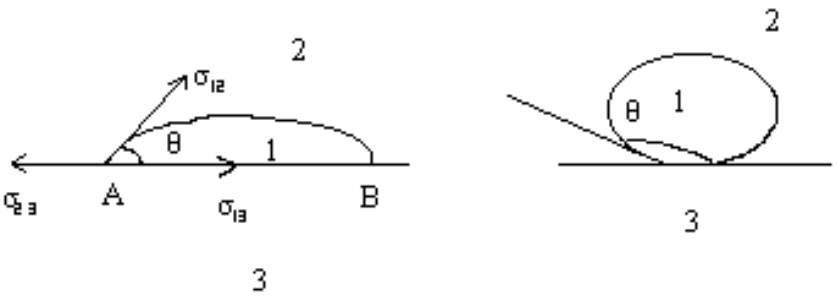


Рис. 5 – Поверхностное натяжение на границе раздела фаз

Имеется три границы раздела: σ_{1-3} – межфазное натяжение на границе твердое тело – жидкость; σ_{1-2} – жидкость – газ; σ_{2-3} – твердое – газ. Угол θ между векторами σ_{1-3} и σ_{1-2} называется углом смачивания. Если $\theta < 90°$, жидкость смачивает твердое тело, при $\theta > 90°$ - не смачивает, когда $\theta = 0$ имеет место абсолютное смачивание. Вторым параметром 3^x фазной границы является ее проекция на плоскость рисунка - линия AB, которую называют периметром смачивания L.

Рассмотрим эту систему с точки зрения минимума свободной поверхностной энергии F.

1. $\sigma_{2-3} < \sigma_{1-3} + \sigma_{1-2}$. Минимуму F отвечает положение, когда поверхность твердое тело – газ максимальна, а поверхности твердое – жидкое и жидкость – газ минимальны. Тогда $\theta > 90°$, жидкость не смачивает твердую поверхность.
2. $\sigma_{2-3} > \sigma_{1-3} + \sigma_{1-2}$. Из тех же соображений F=min, когда жидкость покрывает твердое тело или, как говорят, растекается по нему: $\theta < 90°$.

Условие равновесия капли на поверхности твердого тела имеет вид:

$$\sigma_{1-3} + \sigma_{1-2} \cdot \mathrm{Cos}\theta = \sigma_{2-3}.$$

Тогда

$$\mathrm{Cos}\,\theta = \frac{\sigma_{2-3} - \sigma_{1-3}}{\sigma_{1-2}} \quad . \qquad (2.8)$$

Из (2.8), которое называется уравнением Лапласа, следует, что угол смачивания определяется соотношением межфазных энергий и может быть изменен. Например, понизить σ_{1-2} можно, добавляя в раствор поверхностно-активные вещества.

Преобразуем это уравнение, используя уравнение Дюпре для адгезии:

$$W_A = \sigma_{2-3} + \sigma_{1-2} - \sigma_{1-3}.$$

Выразим σ_{2-3} из уравнения Лапласа: $\sigma_{2-3} = \sigma_{1-2}\mathrm{Cos}\theta + \sigma_{1-3}$. После подстановки σ_{2-3} в уравнение Дюпре получим:

$$W_A = \sigma_{1-2}\mathrm{Cos}\theta + \sigma_{1-3} + \sigma_{1-2} - \sigma_{1-3} = \sigma_{1-2}(\mathrm{Cos}\theta + 1).$$

Тогда уравнение Лапласа примет вид :

$$\mathrm{Cos}\theta = \frac{W_A^{т-ж}}{\sigma_{1-2}} - 1 \text{ или } \mathrm{Cos}\theta = \frac{W_A^{т-ж}}{\frac{W_K^{ж}}{2}} - 1 \qquad (2.9)$$

$$(\sigma_{1-2} = \frac{W_K^{ж}}{2}).$$

Из приведенных соотношений можно сделать следующие выводы:

1. $\theta = 0° \rightarrow W_A^{т-ж} = W_к^{ж}$. Взаимодействие атомов жидкого и твердого между собой равно взаимодействию атомов внутри жидкости.

2. $\theta \Rightarrow 180° \; W_A^{т-ж} \Rightarrow 0$. Взаимодействие между атомами жидкости и твердого тела отсутствует.

3. Чем меньше поверхностное натяжение жидкости $\sigma_{1\text{-}2}$, тем она лучше смачивает твердые поверхности.

Рассмотрим границу твердое тело – две несмешивающиеся жидкости, одной из которых является вода, рис. 5. Если $0° < \theta < 90°$, то $\mathrm{Cos}\,\theta = \frac{\sigma_{2-3} - \sigma_{1-3}}{\sigma_{1-2}} > 0$, значит вода лучше смачивает твердую поверхность, чем углеводородная жидкость. Поверхность называется гидрофильной. Если $90° < \theta < 180°$, рис. 5, вода хуже смачивает твердую поверхность. Она в этом случае называется гидрофобной. При $\theta \approx 90^0$ избирательное смачивание отсутствует.

Гидрофильные – поверхности, образованные ионной гетерополярной решеткой – сульфаты, карбонаты, кварц, силикаты, стекло, оксиды металлов, алмазы и т.д.

Гидрофобные – чистые поверхности металлов, сульфиды, графит, углеводороды и органические вещества.

Пользуясь адсорбцией поверхностно-активных веществ, обрабатывая механически поверхность, вызывая образование поверхностных соединений, можно менять параметры смачивания твердых поверхностей жидкостью.

2.6 Флотация

Игла, покрытая жиром не тонет в воде. В основе этого явления, называемого флотацией, лежит смачивание. Флотация – плавание тел, плотность которых больше, чем плотность жидкости, на ее поверхности под действием сил межфазного натяжения.

Рассмотрим баланс сил, действующие на тело цилиндрической формы с длиной окружности в сечении, равной L, когда оно смачивается $\theta < 90^o$ (A) и не смачивается $\theta > 90^o$ жидкостью (B).

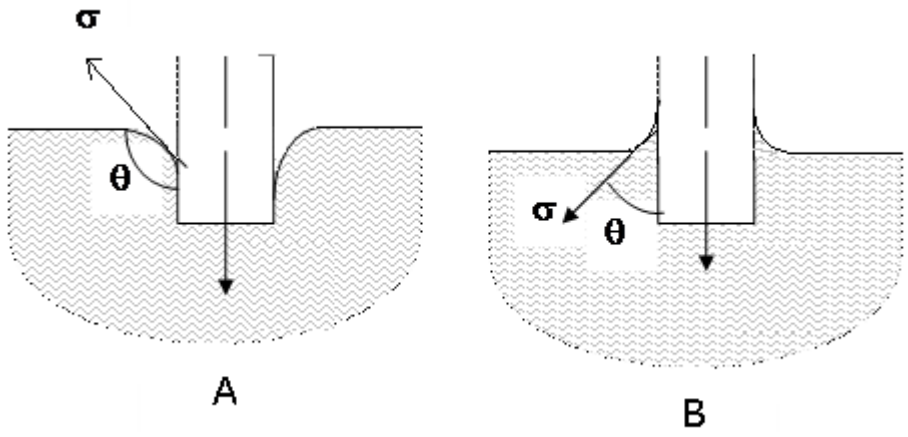


Рис. 6 – Угол смачивания цилиндрического тела жидкостью

Сила поверхностного натяжения, действующая по периметру смачивания равна $\sigma_{1\text{-}2}$ L Cosθ. Равнодействующая: (G – P) - $\sigma_{1\text{-}2}$·CosθL = F, где G – сила тяжести, P – выталкивающая сила.

Для случая A F < 0 и цилиндр любого размера потонет.

Для случая B при $G - P > \sigma_{1\text{-}2}L\cdot\text{Cos}\theta$ произойдет затопление, при

$$G - P < \sigma_{1\text{-}2}L\cdot\text{Cos}\theta \qquad (2.10)$$

тело будет плавать на поверхности.

Когда твердое тело не смачивается жидкостью, независимо от соотношения их плотностей за счет измельчения можно добиться того, что тело будет плавать. Причем при измельчении резко увеличивается поверхность между жидкостью и твердым телом, то есть величины L и $\sigma_{1\text{-}2}L\text{Cos}\theta$ растут, а (G – P) падает ~ L^3. Это способствует выполнению условия флотации (2.10).

Явление флотации лежит в основе одного из способов обогащения руд – отделения полезных минералов от кусков пустой породы. Пенная флотация осуществляется следующим образом.

Руду измельчают до крупности 0,1 - 0,01 мм и сильно перемешивают в воде, к которой добавлено органическое вещество, придающее поверхности ценной породы гидрофобные свойства. При этом в суспензии образуется большое количество пузырьков воздуха. Гидрофобные частицы ценных минералов уносятся с ними в поверхностный слой пульпы, а пустая порода оседает.

3. Физическая и химическая адсорбция

Адсорбцией называется явление концентрирования вещества на границе раздела фаз, например, на границах твердое - раствор, твердое – газ и др.

Адсорбция имеет место при любом гетерогенном процессе: электрохимической коррозии, окислении металлов, флотации и других. Поэтому ее изучение очень важно с практической точки зрения.

Конденсированную фазу, на поверхности которой происходит адсорбция, называют адсорбентом, а вещество, концентрирующееся на межфазной границе – адсорбтивом или адсорбатом.

Количество молей адсорбтива, адсорбированного одним килограммом адсорбента Г, экспериментально определяется как:

$$\Gamma = \frac{\Delta C C_{р-р}}{m}\ , \qquad (3.1)$$

где Г – адсорбция, моль/кг; ΔС – изменение концентрации раствора после завершения адсорбции, моль/м^3;$V_{р-р}$ – общий объем раствора, м^3; m – масса адсорбента, кг.

Согласно второму закону термодинамики изменение энергии Гиббса равно $\Delta G = \Delta H - T\Delta S$.

При адсорбции энтропия системы понижается ($\Delta S < 0$), так как число степеней свободы молекул адсорбтива уменьшается от трех в объёме жидкости или газа до двух на поверхности адсорбента. Поскольку процесс возможен только при $\Delta G < 0$, то $\Delta H < 0$ и $|\Delta H| > |T\Delta S|$. Поэтому адсорбция сопровождается выделением тепла, которое называется теплотой адсорбции Q. Можно также сказать, что тепло при адсорбции выделяется , а не поглощается потому, что образуются новые связи между атомами без разрыва старых.

В зависимости от величины Q адсорбцию делят на физическую и химическую (хемосорбция). В первом случае Q = 4 – 30 кДж/моль, а во втором величина близка к энергии химических связей (100 кДж/моль и более). При хемосорбции происходит перестройка поверхности даже у тугоплавких адсорбентов (металлы, оксиды, углеродистые материалы), возможно образование поверхностных химических соединений. При физической адсорбции структура поверхности адсорбента остается неизменной, и равновесие устанавливается очень быстро и обратимо. Хемосорбцию от физической отличает также большая чувствительность к химической природе адсорбента и адсорбата. Поскольку образование химических связей обусловлено короткодействующими силами, предполагается, что хемосорбция протекает в монослое. Адсорбированное вещество с трудом удаляется с поверхности адсорбента, причем десорбция может сопровождаться химическими процессами. Например, при термической десорбции кислорода с угля вместо кислорода выделяется смесь CO и CO_2. При физической адсорбции между адсорбентом и адсорбатом действуют силы Ван-дер-Ваальса.

Фактически процесс хемосорбции состоит из двух стадий: сначала происходит физическая адсорбция, например, газа, а затем он вступает в химиче-

скую реакцию с поверхностью твердого тела. При низких температурах скорость хемосорбции может быть настолько мала, что наблюдается лишь физическая адсорбция. При высоких температурах физическая адсорбция почти незаметна, и имеет место только хемосорбция.

Количество адсорбированного вещества на единице поверхности адсорбента зависит от температуры и давления газа или концентрации раствора С. При постоянной температуре Г = f(C). Эту зависимость называют изотермой адсорбции и находят в большинстве экспериментальных работ.

3.1. Уравнение Лэнгмюра

Предложено много уравнений вида Г = f(C), базирующихся как на экспериментальных, так и на теоретических исследованиях. Одной из важнейших теоретических функций является изотерма адсорбции Лэнгмюра. Его модель адсорбции из растворов или газов на поверхности твердого тела предполагает, что на поверхности имеется определенное число центров (или мест) адсорбции. Ими являются различного рода дефекты: поры, трещины, дислокации и т.д. Все адсорбированные частицы взаимодействуют только с этими центрами и не взаимодействуют друг с другом. Следовательно, адсорбция ограничена монослоем.

Выведем уравнение Лэнгмюра для твердых поверхностей.

Введем следующие обозначения: β- доля занятой поверхности, общую площадь которой можно принять за 1; 1-β - доля свободной поверхности; С – равновесная концентрация адсорбтива; $К_{ад}$, $К_{дес}$ – константы скорости адсорбции и десорбции соответственно.

Адсорбция идет на свободную поверхность, поэтому ее скорость по закону действующих масс равна:

$$V_{адс}=К_{ад}С(1-β). \qquad (3.2)$$

Скорость обратного процесса – десорбции не зависит от концентрации адсорбтива:

$$V_{дес} = К_{дес}\beta. \qquad (3.3)$$

В равновесии $V_{адс} = V_{дес}$:

$$К_{дес}\beta = К_{ад}C - К_{ад}C\beta.$$

Выразим из этого выражения долю занятой поверхности:

$$\beta = \frac{К_{ад}C}{К_{дес} + К_{ад}C} = \frac{C}{\frac{К_{дес}}{К_{ад}} + C} = \frac{C\frac{К_{ад}}{К_{дес}}}{1 + C\frac{К_{ад}}{К_{дес}}} = \frac{вс}{1 + вс}, \qquad (3.4)$$

где $\frac{К_{ад}}{К_{дес}} = К_{равн} = в$ - константа равновесия процесса адсорбции-десорбции;

$$в = в'\exp\left(\frac{Q}{RT}\right).$$

где b' - коэффициент пропорциональности.

Когда все центры адсорбции заняты, $\beta=1$, и адсорбция стремится к постоянной и максимальной величине, равной числу молей центров адсорбции: $Г \to Г_о$.

При $\beta<1$ адсорбция составляет долю, равную доле занятой поверхности β, от максимального значения $Г_о$: $Г=\beta Г_о$. Выразив β из (3.4), получим окончательное выражение для изотермы Лэнгмюра:

$$Г = Г_о\frac{вс}{1 + вс}. \text{ или } \quad \frac{Г}{Г_о} = \beta = \frac{вс}{(1 + вс)}. \qquad (3.5)$$

Для газов концентрация *с* пропорциональна парциальному давлению Р, и уравнение Лэнгмюра примет вид:

$$Г = Г_о\frac{в'Р}{1 + в'Р}. \qquad (3.6)$$

При адсорбции нескольких газов будет сумма давлений:

$$\Gamma_i = \Gamma_o \frac{b_i p_i}{1 + \sum_1^n b_i p_i}. \qquad (3.7)$$

Согласно (3.5), при низких концентрациях растворенного вещества вС << 1 и количество адсорбированного вещества прямо пропорционально С: $\Gamma = \Gamma_o вс$.

При высоких концентрациях вС >> 1 и Г достигает предельного значения: $\Gamma = \Gamma_o$.

Следовательно, Γ_o является мерой емкости адсорбента, а константа равновесия b мерой интенсивности адсорбции. В рамках идеальной модели Γ_o не зависит от температуры. Обе постоянные легко определить, представив уравнение Лэнгмюра в виде:

$$\frac{c}{\Gamma} = \frac{1}{\Gamma_o в} + \frac{c}{\Gamma_o}. \qquad (3.8)$$

Зависимость С/Г от концентрации С графически изображается прямой, имеющей тангенс угла наклона, равный $1/\Gamma_o$, и отсекающей по оси ординат отрезок $1/\Gamma_o в$ (рис. 7).

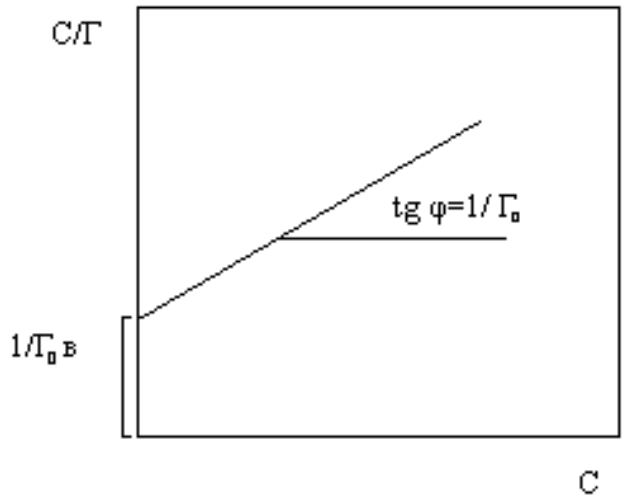


Рис. 7 - Линеаризация экспериментальных данных по уравнению Лэнгмюра

Графически найдя число молей центров адсорбции Γ_o, можно оценить важную характеристику твердого тела – его удельную поверхность S, $м^2/кг$, которая для пористых тел на несколько порядков превышает видимую или геометрическую:

$$\Gamma_o = \frac{S}{Ns_o}, \qquad (3.9)$$

где s_o – площадь одного центра адсорбции, A^2; N – число Авогадро, $N=6{,}02\cdot10^{23}$ моль$^{-1}$.

Единственная трудность – выбрать правильное значение площади одного центра адсорбции s_o. При физической адсорбции из растворов s_o зависит в основном от площади молекулы адсорбата, при хемосорбции s_o определяется площадью, занимаемой центрами адсорбции на поверхности адсорбента.

Однако, уравнение Лэнгмюра не описывает процесс адсорбции, когда он идет на неоднородной поверхности (величина *b* меняется в различных ее участках), а также многослойную адсорбцию.

Примером изотермы адсорбции из разбавленных растворов, полученной эмпирически, является уравнение Фрейндлиха:

$$\Gamma = \alpha \cdot c^{1/n}, \qquad (3.10)$$

где Г – количество вещества, адсорбированного адсорбентом массой m и находящегося в равновесии с раствором концентрации С; α, n – эмпирические константы.

Если С = 1, то α = Г, то есть α равно количеству адсорбтива на поверхности, созданной единицей массы адсорбента и характеризует величину его поверхности. Константа n связана с интенсивностью взаимодействия адсорбента и изменяется в пределах: 1/n = 0,1 … 0,5.

Прологарифмировав (3.10) получим:

$$\lg\Gamma = \lg\alpha + \frac{1}{n}\lg C$$

В координатах lgГ – lgC уравнение (3.10) представляется в виде прямой, тангенс угла наклона которой численно равен 1/n, а отсекаемый по оси ординат отрезок - lgα (рис. 8).

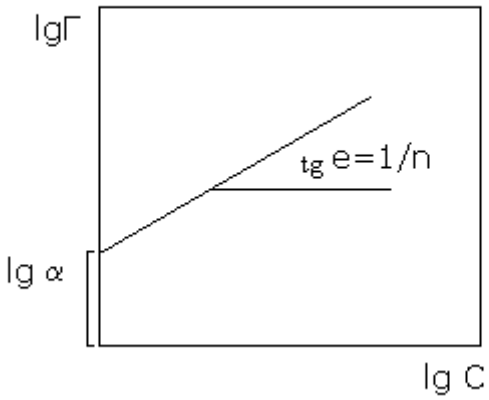


Рис. 8 - Линеаризация экспериментальных данных по уравнению Фрейндлиха

Строят изотерму Лэнгмюра в координатах $\frac{C}{\Gamma} = f(C)$ (С – исходная концентрация); по тангенсу угла наклона прямой рассчитывают число молей центров адсорбции на единицу массы адсорбента Γ_o, что позволяет найти долю занятой поверхности. Стадии заполнения центров адсорбции (рис. 9).

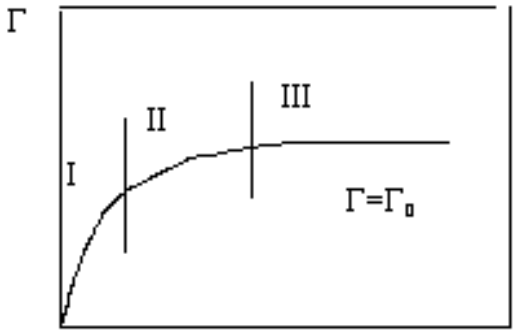


Рис. 9 – Заполнение поверхности адсорбента

Изотерма Фрейндлиха неплохо описывает адсорбцию разбавленных растворов слабо диссоциирующих веществ в различных растворителях на таких адсорбентах, как уголь, руда, горные породы и т.д.

Уравнение (3.10) отличается от изотермы Лэнгмюра тем, что при низких концентрациях не только не дает линейной зависимости, оставаясь вогнутой к оси концентрации, но и не дает предельного значения адсорбции при насыщении (рис. 10)

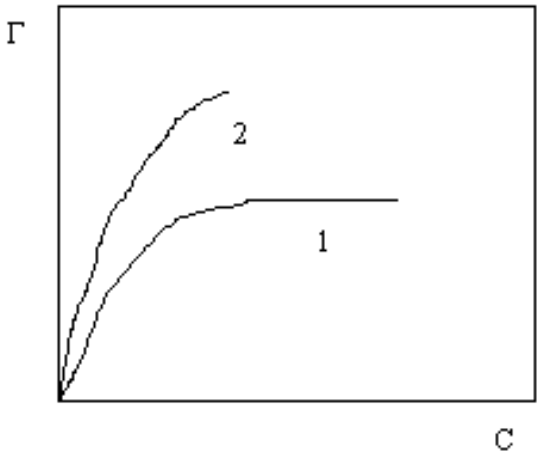


Рис. 10 Вид изотермы адсорбции Лэнгмюра (1) и Фрейндлиха (2).

3.2 Адсорбция в растворах

В растворах силы взаимодействия одноименными и разноименными молекулами не одинаковы. Поэтому сильно взаимодействующие частицы

окружают себя сильно взаимодействующими и оттесняют слабовзаимодействующие. Когда различие в энергиях связи велико, раствор может расслоиться на две жидкости.

Обычно тепловое движение препятствуют полному расслоению. Тогда слабовзаимодействующие частицы преимущественно концентрируются на поверхности раздела, что вытекает из 2-го закона термодинамики: при P, T= const образование раствора идет в сторону убыли энергии Гиббса:

$$dG = d(\sigma\omega) = d\omega\cdot\sigma + d\sigma\cdot\omega<0.$$

Так как первое слагаемое всегда положительно, то $d\sigma<0$ (площадь поверхности $\omega > 0$). Эта убыль и реализуется за счет вытеснения слабых частиц в поверхностный слой (из определения когезии – чем слабее связи, тем меньше σ, поэтому понизить σ можно только за счет частиц со слабыми полями).

Тогда $\Delta\sigma<0$ эта убыль и реализуется за счет вытеснения слабовзаимодействующих частиц в поверхностный слой (из определения когезии – чем слабее связи, тем меньше σ, поэтому понизить σ можно только за счет слабовзаимодействующих частиц).

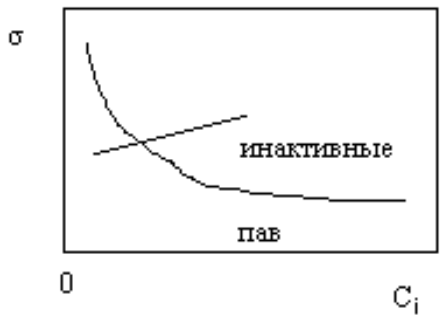


Рис. 11 – Зависимость поверхностного натяжения от концентрации

Вещества, понижающие σ, преимущественно концентрирующиеся в поверхности, называются поверхностно- активными (ПАВ).

Вещества, повышающие σ, имеют в поверхностном слое меньшую концентрацию, чем в объеме раствора, и называются инактивными. Рис. 11.

Адсорбция по определению равна:

$$C^{\omega} - C^{v} = \Gamma,$$

где C^{ω} - концентрация вещества в поверхностном слое; C^{v} – концентрация вещества в объеме раствора.

Для ПАВ $C^{\omega} > C^{v}$, $\Gamma > 0$, для инактивных веществ $C^{\omega} < C^{v}$, $\Gamma < 0$.

Влияние ПАВ на величину σ (характеризуется темпом изменения σ с изменением концентрации $d\sigma/dC$ – поверхностной активностью) сильнее, чем инактивных, так как для изменения концентрации в поверхности достаточно очень малого изменения концентрации в объёме, поскольку толщина адсорбционного слоя мала в сравнении с V.

3.3 Уравнение Гиббса

Уравнение Гиббса широко применяется для описания адсорбции в жидких растворах. В общем виде оно записывается как:

$$d\sigma = -\sum \Gamma_i d\mu_i, \qquad (3.11)$$

где σ - поверхностное натяжение раствора; Γ_i – адсорбция i –того компонента на границе раствор-газ; μ_i – химический потенциал i –того компонента.

Он равен:

$$\mu_i = \mu_i^0 + RT\ln a_i,$$

где μ^0_i – стандартный химический потенциал; a_i – активность i-компонента; T – температура, К; R –универсальная газовая постоянная.

Из уравнения (3.11) следует:

$$\Gamma_i = -\left(\frac{\partial\sigma}{\partial\mu_i}\right)_{P,T,\mu_{j\neq i}} . \qquad (3.12)$$

Зная зависимость поверхностного натяжения от концентрации i-компонента в растворе $\sigma = f(\mu_i)$ можно рассчитать Γ_i. Но нельзя изменять μ_i без изменения μ_j, поэтому уравнением Гиббса можно пользоваться только для бинарных растворов.

$$d\sigma = -\Gamma_1 d\mu_1 - \Gamma_2 d\mu_2 . \qquad (3.13)$$

По Гиббсу для растворителя $\Gamma_1=0$, тогда:

$$d\sigma = -\Gamma_2 d\mu_2 = -\Gamma_2 RT\frac{da_2}{a_2};$$
$$\Gamma_2 = -\frac{a_2}{RT}\cdot\frac{d\sigma}{da_2}. \qquad (3.14)$$

Для идеальных растворов активность компонента равна его мольной доле $a_2=N_2$. Уравнение (3.14) примет вид:

$$\Gamma_2 = -\frac{N_2}{RT}\cdot\frac{d\sigma}{dN_2}, \qquad (3.15)$$

где $\frac{d\sigma}{dN_2}$ – поверхностная активность.

3.4 Зависимость поверхностного натяжения растворов от концентрации.

Адсорбция растворителя $\Gamma_1 = 0$. Для описания адсорбции растворенного вещества на поверхности растворителя Лэнгмюр использовал свое уравнение в виде:

$$\Gamma_2 = a\frac{C_2}{1+bC_2}. \qquad (3.17)$$

Для бесконечно разбавленного раствора химический потенциал растворенного вещества равен $\mu_2 = \mu_2^0 + RT\ln C_2$. После математических преобразований получим:

$$d\mu_2 = RT\frac{dC_2}{C_2},$$

$$d\sigma = -\Gamma_2 d\mu_2 = -\frac{aC_2}{1+bC_2}RT\frac{dC_2}{C_2},$$

$$\int_{\sigma_1}^{\sigma} d\sigma = \int_{C2=0}^{C2} -\frac{a}{1+bC_2}RTdC_2,$$

$$\sigma - \sigma_1 = -\left[\frac{aRT}{b}\ln(1+bC_2)\right]_{C2=0}^{C2},$$

$$\sigma = \sigma_1 + A\ln(1+bC_2), \qquad (3.18)$$

$$A = -\frac{aRT}{b}.$$

1). Площадь, приходящаяся на 1 молекулу в мономолекулярном слое:

[Г] = 1 моль/см^2. Число адсорбционных молекул на 1 см^2 = ΓN_A

$$S_{1ммоле} = \frac{1cc^2}{\Gamma N_A}$$

$$S_\infty = \frac{1}{\Gamma_\infty N_A}$$

2). Зная Γ_∞ можно вычислить толщину насыщенного поверхностного слоя.

В объёме поверхностного слоя 1 см^2 δ=V масса адсорбционного вещества равна $m=\Gamma_\infty M$, но с другой стороны $m=1\cdot\delta\cdot d$, где d – плотность.

$\Gamma_\infty M=\delta d$ $\qquad\qquad$ $\delta = \frac{\Gamma_\infty M}{d}$

4. Электропроводность электролитов

Удельная электропроводность характеризует способность вещества проводить электрический ток. Она обратна удельному сопротивлению:

$$\chi = 1/\rho \qquad (4.1)$$

и измеряется: $[\chi] = 1$ Ом$^{-1}$м$^{-1}$.

Сопротивление R любого проводника по закону Ома равно:

$$R = \rho \frac{l}{S}, \qquad (4.2)$$

где ρ - удельное сопротивление, Ом·м; l –длина проводника; S – площадь его поперечного сечения.

Электропроводность различных веществ меняется в широких пределах. Например, при комнатных температурах χ серебра имеет порядок 10^6 Ом$^{-1}$м$^{-1}$, дистиллированной воды - $10^{-4} – 4\ 10^{-4}$ Ом$^{-1}$м$^{-1}$, ацетона- 10^{-5} Ом$^{-1}$м$^{-1}$.

Электрический ток в растворах электролитов, расплавах солей и оксидов (магма, шлак) переносится ионами. Следовательно, электропроводность является функцией концентрации $\chi = f(C)$ или разведения $\chi = f(1/C)$. Эта зависимость имеет экстремальный характер. Часто не удается получить растворы с высокой концентрацией электролита, поэтому восходящая ветвь на кривой $\chi = f(1/C)$ не фиксируется.

4.1 Экспериментальное определение электропроводности

В соответствии с (4.2) необходимо экспериментально определить R и, зная l и S, вычислить ρ, а затем χ.

Часто сопротивление электролитов измеряется компенсационным методом с применением мостика Кольрауша, рис. 12. Измерение сопротивления электролита производят в сосуде, куда помещаются электроды. Он называется электрохимической ячейкой.

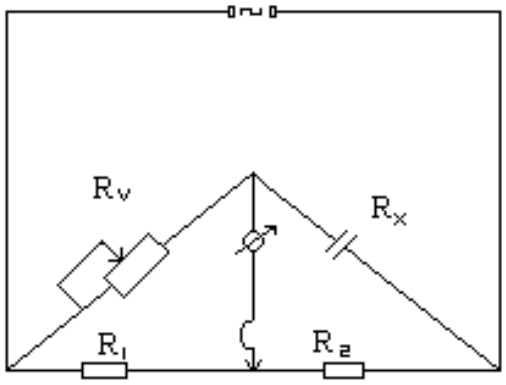


Рис. 12 – Мостик Кольрауша

Электрическая схема питается переменным током определенной частоты. Постоянным током не пользуются: он вызывает электролиз раствора. Это приводит к изменению состояния поверхности электродов и прилегающего слоя раствора. В результате образуется встречная ЭДС, что уменьшает силу тока, и R растет.

Условие баланса моста для постоянного тока, когда ток в диагонали равен нулю:

$$\frac{R_X}{R_V} = \frac{R_2}{R_1}. \qquad (4.3)$$

Для переменного тока:

$$\frac{Z_X}{Z_V} = \frac{Z_2}{Z_1}, \qquad (4.4)$$

где Z = R+Xi – импеданс ветви (полное сопротивление); R – активное сопротивление; X- реактивное (индуктивное, емкостное) сопротивление.

Так как в обычных мостовых схемах измеряют активное сопротивление, то при выполнении (4.3) (4.4) может не выполнятся. Поэтому при балансе моста в диагонали течет минимальный ток $I = I_{min}$. Выполнение этого условия добиваются, подбирая сопротивление магазина R_v . Тогда при известном отношении R_2 / R_1 по (4.3) рассчитывают активное сопротивление ячейки R_x.

При подаче напряжения линии тока выходят за пределы электродов. Следовательно, измерять l и S нет смысла. Поэтому отношение l/S рассматривается как постоянная величина для ячейки данной конструкции и размеров и называется постоянной ячейки l/S = k Ее находят, измеряя сопротивление R раствора с известной электропроводностью. Обычно таким растворам является 0,1н KCl: для него получена надежная зависимость $\chi = f(T)$.

$$K = R_{KCl}/\rho_{KCl} = R_{KCl}\,\chi_{KCl} \qquad (4.5)$$

4.2 Эквивалентная электропроводность

Сложная зависимость удельной электропроводности от концентрации затрудняет сравнение по этому свойству различных электролитов. Поэтому вводится понятие эквивалентной электропроводности λ.

λ есть электропроводность одного моль-эквивалента электролита, помещенного между плоскими, параллельно расположенными электродами, находящимися на расстоянии 1 см.

Если объем электролита между электродами равен 1 $см^3$, то измеренная электропроводность была бы удельной. Но между электродами находится n кубиков по 1 $см^3$. Их сопротивления включены параллельно. Отсюда вытекает очевидная связь между λ и χ:

$$\lambda = n\chi \qquad (4.6)$$

Так как между электродами помещен 1 моль-экв электролита, а число мл равно n, то концентрация раствора, выраженная в моль-экв/мл равна C=1/n. Тогда:

$$\lambda = \frac{1}{C}\chi \text{ или } \lambda = \frac{1000}{C_o}\chi, \qquad (4.7)$$

где $[C_o]$ = 1 моль-экв/л.

Ток в растворах проводят ионы, количество которых в растворах слабых электролитов определяется степенью диссоциации α. При разведении растет α и n в (4.6). Поэтому λ с разведением возрастает, хотя удельная электропроводность уменьшается. При бесконечном разведении $\alpha \to 1$, количество ионов становится постоянным, и электропроводность так же приобретает постоянное и максимальное значение, которое называют эквивалентной электропроводностью при бесконечном разведении λ_∞, рис. 13.

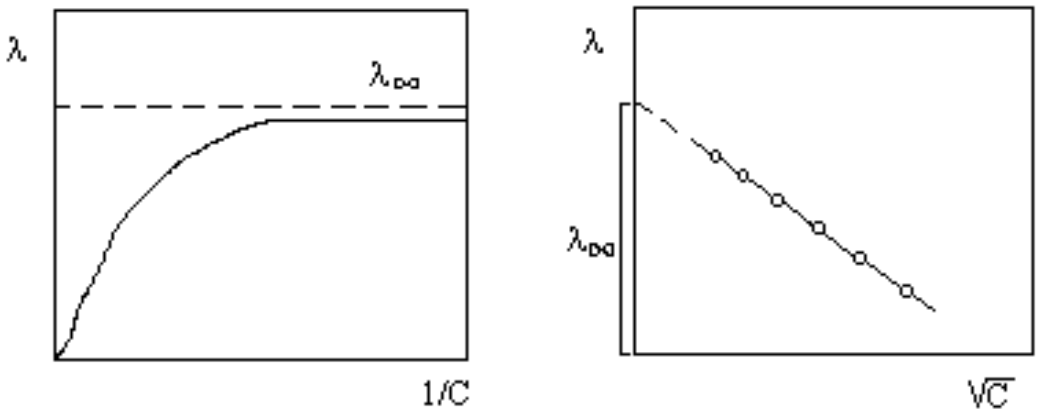


Рис. 13 – Зависимость удельной электропроводности λ_∞ от концентрации электролита.

Так как λ растворов слабых электролитов определяется числом ионов, то $\alpha = \frac{\lambda}{\lambda_\infty}$. Это одно из основных положений теории электролитической диссоциации.

В разбавленных растворах можно считать, что катионы и анионы движутся независимо друг от друга и обуславливают определенную часть λ_∞ раствора (закон Кольрауша):

$$\lambda_\infty = \lambda_\infty^+ + \lambda_\infty^-. \qquad (4.8)$$

4.3 Числа переноса

Рассмотрим движение ионов при прохождении тока через раствор электролита, заполняющего цилиндрическую трубку сечением S = 1 $см^2$. Введем следующие обозначения:

U – см/с – скорость движения катионов под действием электрического поля (тепловым движением пренебрегаем); V – см/с – скорость движения анионов; C – концентрация раствора, моль-экв/$см^3$; $\eta_A = \eta_K = \eta = \alpha \cdot C$, - концентрация катионов K^+ и анионов A^-.

Найдем число моль-эквивалентов K^+ и A^-, проходящих через поперечное сечение за 1 с. За 1 с пройдут все K^+, находящихся в объёме S• U. Число их моль-экв будет равно S U η или U η. За 1 с они перенесут U η F кулонов заряда, то есть ток за счет движения катионов равен, А:

$$i_к = U\ \eta\ F.$$

Аналогично ток за счет движения анионов, А:

$$I_A = V\ \eta\ F.$$

Общий ток $i_o = i_a = i_k$

$$i_o = U\,\eta F + V\,\eta F = \eta F(U+V). \qquad (4.9)$$

Доля участия катионов и анионов в переносе тока называется числом переноса:

$$n_K = \frac{U\,\eta F}{\eta F(U+V)} = \frac{U}{U+V}, \qquad (4.10)$$

$$n_A = \frac{V\,\eta F}{\eta F(U+V)} = \frac{V}{U+V},$$

где n_k и n_a – числа переноса катионов и анионов.

$$n_k + n_a = 1$$

Они показывают, какой ион определяет общую электропроводность электролита, что в свою очередь зависит от соотношения скоростей их движения в растворе.

4.4 Подвижность ионов

Обозначим скорости движения ионов при напряженности электрического поля E = 1В/см U_o, V_o. Тогда общий ток в соответствии с (4.9) равен:

$$i_0 = \alpha c F(U_o + V_o) = \alpha c(U_к + V_а).$$

Произведение абсолютных скоростей движения ионов на число Фарадея *F* при напряженности поля 1 В/см называется подвижностью ионов:

$$U_к = FU_o \qquad V_а = FV_o.$$

По закону Ома: $i_0 = \frac{E}{\rho} = E\chi.$

При E=1 В/см $i_0 = \chi$ и

$$\chi = \alpha c(U_к + V_а), \qquad (4.11)$$

$$\lambda = \frac{1}{C}\chi \qquad \lambda = \alpha(U_к + V_а).$$

Таким образом, электропроводность определяется подвижностью ионов. Последняя зависит от действующей на ион силы, радиуса иона и сопротивления среды, которая выражается её вязкостью ν. Причем эффективные радиусы ионов в растворе больше, чем в кристалле, поскольку в растворе происходит гидратация (сольватация) ионов.

Электропроводность и вязкость связаны соотношением:

$$\lambda_\infty \nu = \text{const}. \qquad (4.12)$$

В разбавленных растворах слабых электролитов расстояния между ионами настолько велики, что электростатическим взаимодействием между ними можно пренебречь. Поэтому сопротивление их движению вызвано только торможением ионов за счет сил трения, то есть вязкостью. Таким образом, основными факторами, определяющими электропроводность, являются: число ионов, вязкость раствора, радиусы ионов.

4.5 Электропроводность сильных электролитов

В сильных электролитах (даже в сильно разбавленных) $\alpha = 1$. Следовательно, λ нельзя связать с числом ионов, и надо рассматривать электростатическое взаимодействие между ними, которое описывается следующими эффектами.

1. Релаксационный эффект.

Катион K^+ движется к катоду. Он окружен ионной атмосферой, в которой преобладает отрицательный заряд. Движение идет скачками из одного положения равновесия в другое. Но покинутая при скачке атмосфера уничтожается не мгновенно, существует некоторое время релаксации $\tau_p \neq 0$ для ее разрушения. В течение этого времени покинутая деформированная атмосфера тормозит движение иона к катоду.

2. Электрофоретический эффект.

Движущийся ион проходит как бы через ионную атмосферу, движущуюся ему навстречу. Ионы этой атмосферы несут с собой сольватирующие их молекулы растворителя. Структурные единицы большие, поэтому эффективная вязкость раствора увеличивается. Это и создает дополнительное сопротивление движению иона.

Оба эффекта зависят от концентрации раствора. При небольших концентрациях выполняется уравнение Онзагера:

$$\lambda = \lambda_{\infty} - (A + B\lambda_{\infty})\sqrt{C}. \qquad (4.13)$$

В соответствии с (4.13) эквивалентная электропроводность линейно уменьшается с ростом $\sqrt{C}$.

Для электролитов типа KCl, HCl, которые диссоциируют на ионы с единичным зарядом: $A = \frac{82,4}{\sqrt{\varepsilon T \nu}}, B = \frac{8,2 \cdot 10^5}{\sqrt{(\varepsilon T)^3}}$, где ε – диэлектрическая проницаемость растворителя; Т – температура, К; ν - вязкость растворителя.

4.6 Зависимость электропроводности от температуры

Для проводников второго рода выполняется уравнение Френкеля:

$$\chi = \chi_0 \exp\left(\frac{-E_a}{RT}\right), \qquad (4.14)$$

где χ_0 – константа; E_a – энергия активации электропроводности.
E_a – энергия, необходимая для осуществления скачка иона из одного положения равновесия в другое.

В соответствии с (4.14) lg χ = f (1/T) представляет собой прямую линию, тангенс угла наклона которой равен E_a / R, рис. 13. Изломы на прямых в координатах lg χ = f (1/T) часто связаны с изменением структуры раствора.

При плавлении электропроводность проводников второго рода возрастает на несколько порядков величины, рис. 14. Это позволяет определить температуру плавления по перегибу кривой χ = f (T).

Рисунок 14 – Зависимость электропроводности от температуры

Таким образом, электропроводность не только определяет электрические характеристики проводников, но и является структурно-чувствительным свойством. Ее исследование позволяет судить о строении растворов и расплавов.

5 Дисперсные системы

В природе и промышленности встречается большое количество микрогетерогенных систем с развитой межфазной поверхностью. Коллоиды земной коры во многом определяют образование минералов, руд и горных пород. Роль дисперсных систем велика для технологических процессов с участием тонкоизмельченных руд и концентратов, флотации и многих других.

В зависимости от размеров частиц дисперсной фазы дисперсные системы делят на три группы: грубодисперсные, к которым относятся суспензии, эмульсии и пены, $r > 0,1$ мкм, коллоидно-дисперсные, $r = 0,1 – 0,001$ мкм и молекулярно- и ионно-дисперсные (истинные растворы), $r < 0,001$ мкм. В последнем случае границы между частицами и средой отсутствует и система является гомогенной. Грубодисперсные и коллоидные системы гетерогенны и состоят из дисперсной среды (газообразной, жидкой или твердой), в которой находятся частицы раздробленного вещества (дисперсной фазы). Так как общая поверхность дисперсной фазы очень велика, то эти системы имеют большую свободную поверхностную энергию. Из термодинамики известно, что любая система стремится уменьшить свободную энергию. Поэтому мелкодисперсные системы термодинамики неравновесны и неустойчивы. Большой запас свободной поверхностной энергии обуславливает такие важные их свойства, как высокая адсорбционная способность, стремление к агрегации частиц, каталитическое действие.

Находящиеся в гравитационном поле достаточно крупные частицы (начиная с 1 микрона) оседают под действием силы тяжести. Этот процесс называется седиментацией. Для более мелких частиц сила тяжести компен-

сируется броуновской диффузией, стремящейся выровнять концентрации частиц, наступает седиментационное равновесие.

Таким образом грубодисперсные системы седиментационно неутойчивы, частицы в них не принимают участия в броуновском движении. Поскольку частицы в реальных условиях имеют разные размеры, то есть системы являются полидисперсными, необходимо выявить их распределение по размерам. Для этой цели используют седиментационноый анализ.

5.1 Классификация дисперсных систем

В зависимости от размеров частиц r дисперсной фазы дисперсные системы делят на три группы: грубодисперсные, к которым относятся суспензии, эмульсии и пены, $r > 10^{-7}$ м; коллоидно-дисперсные, $r = 10^{-7} \ldots 10^{-9}$ м и молекулярно- и ионно-дисперсные (истинные растворы), $r < 10^{-9}$ м. В последнем случае граница между частицами и средой отсутствует и система является гомогенной. Грубодисперсные и коллоидные системы гетерогенны и состоят из дисперсной среды (газообразной, жидкой или твердой), в которой находятся частицы раздробленного вещества (дисперсной фазы).

Дисперсность системы характеризуется удельной поверхностью s отношение общей поверхности S к объему или массе дисперсной фазы

$$\bar{S} = \frac{S}{V} \quad \text{или} \quad \bar{S} = \frac{S}{m} \qquad 5.1$$

В зависимости от агрегатного состояния дисперсная среда – газ.

Ж/Г – облака, туман – аэрозоли.

Дисперсная среда – жидкость.

Тв/Ж – суспензия: коллоидные растворы золота, серебра, платины.

Ж/Ж – эмульсии: масло в воде, вода а нефти.

Г/Ж – пены.

Дисперсионная среда – твердое.

Тв/Тв – сплавы, сталь, чугун.

Ж/Тв – природные материалы с жидкими включениями.

Г/Тв – пемза, туф.

5.2 Дисперсность частиц и поверхностная энергия

Так как общая поверхность дисперсной фазы очень велика, то эти системы имеют большую свободную энергию. Из термодинамики известно, что любая система стремится уменьшить свою свободную энергию. Поэтому мелкодисперсные системы термодинамически неравновесны и неустойчивы. Большой запас свободной поверхностной энергии обуславливает такие важные их свойства, как высокая адсорбционная способность, стремление к агрегации частиц, каталитическое действие.

Покажем как меняется поверхность при дроблении.

Возьмем куб с l = 1см, S = 6 $см^2$.

Длина ребра, см	Число кубиков	Общая поверхность, $см^2$
1	1	6
10^{-1}	10^3	$6 \cdot 10$
10^{-4}	10^{12}	$6 \cdot 10^4$
10^{-6}	10^{18}	$6 \cdot 10^6$
10^{-7}	10^{21}	$6 \cdot 10^7$ (~0,6 га)
10^{-8} = 1А		межфазная поверхность исчезает

Вывод: с увеличением поверхности возрастает доля частиц (атомов, молекул, ионов), находящихся на поверхности и имеющих избыточную энергию. Поэтому поведение дисперсных фаз определяется поверхностными свойствами.

5.3 Седиментационное равновесие

Известно, что давление газа в атмосфере и соответствующая ему концентрация меняется с высотой по закону Лапласа.

$\ln \frac{P_0}{P} = \frac{Mgh}{RT}$ - гипсометрическая формула

M – масса моля газа

P_0 – давление на начальном уровне.

Коллоидные системы подчиняются тем же законам, что и газы, поэтому их распределение по высоте опишется так же.

Заменим P_0/P на концентрацию n_0/n

$M=N_0m$, где N_0 – число Авогадро, m – масса одной частицы.

$m = V(d_1 – d_2)$ – с учетом закона Архимеда.

$$\ln \frac{n_0}{n} = \frac{N_0 V \Delta dgh}{RT}; \quad n = n_0 \exp[H]$$

Если бы не было силового поля, то частицы под влиянием диффузии распределяются равномерно.

Земное тяготение приводит к уменьшению их концентрации с высотой.

Когда сила тяжести уравновешивается диффузией, что имеет место для коллоидных и малых (диаметром менее 1 мкм) дисперсий частиц, то наступает седиментационное равновесие.

Его и возможные промежуточные формулы изучил Перрен на суспензии нерастворимой в воде смоле ф = 0,2 мкм. Наблюдая суспензию под микроскопом он вычислил значение h, где $n = n_0/2$ и нашел $N_0 = 6 \cdot 10^{23}$, что близко к другим значениям.

5.4 Седиментационный анализ

Седиментация заключается в свободном оседании частиц суспензий под действием силы тяжести, если плотность частиц больше ρ дисперсионной среды.

Для эмульсий (ρ плотность дисперсной фазы меньше, чем дисперсионной среды) седиментация заключается в том, что капли эмульгированной жидкости выплывают.

Седиментация ведет к расслоению дисперсной системы – образов высококонцентрированного осадка (в суспензиях) и “сливок” (в эмульсиях) и в слоях чистой дисперсионной среды. Таким образом грубодисперсные системы седиментационно не устойчивы.

При этом надо иметь в виду, что реальные дисперсные системы полудисперсны. Глаз видит частицы более 10 мкм.

Частица r, плотностью d_1, оседает в среде с плотностью d_2 и вязкостью η.

Сила тяжести с учетом выталкивающей силы

$$F = \frac{4}{3}\pi r^3 (d_1 - d_2) g$$

Сила сопротивления – Стокса

$$f = 6\pi\pi r\eta$$

V – скорость движения

Сила f возрастает с увеличением V до тех пор пока не уравновесится F. С этого момента частица движется равномерно с V_{max}.

$$\frac{4}{3}\pi r^3 (d_1 - d_2) g = 6\pi\,\eta\,V$$

$$V = \frac{2}{9}\frac{r^2 (d_1 - d_2)}{\eta} g$$

Если $d_1 > d_2$, частицы движутся сверху вниз – в суспензиях $d_2 > d_1$ – в эмульсиях – частицы всплывают, образуя “сливки”.

$$r = \sqrt{\frac{9\eta}{2(d_1 - d_2)g}} = C\sqrt{V}$$

C – постоянная Стокса

То есть, зная V оседания, можно определить радиус частиц.

5.5 Седиментационный анализ полидисперсных систем

Суспензии и эмульсии с размером частиц 1 – 200 мкм исследуются с помощью седиментации. Экспериментальные методы основаны на измерении скорости оседания частиц в жидкой или газообразной среде.

На сферическую частицу радиусом r, свободно оседающую в дисперсной среде, действует сила тяжести, с учетом силы Архимеда:

$$f_T = \frac{4}{3}\pi r^3 (d_1 - d_2)g \qquad (5.2)$$

где g – ускорение силы тяжести.

Одновременно на частицу действует сила трения, которую можно найти по закону Стокса:

$$f_{тр} = 6\pi\pi r\eta \qquad (5.3)$$

где η- вязкость среды, Н·с/м^2;

V – скорость седиментации, м/с.

С момента, когда сила тяжести уравновесится силой сопротивления, частица движется равномерно с максимальной скоростью. Из равенства (5.2) и (5.3) получим ее значение:

$$V = \frac{2}{9}\frac{r^2 (d_1 - d_2)}{\eta} g \qquad (5.4)$$

Направление движения зависит от знака разности плотностей. Если плотность частицы больше плотности дисперсной среды, как обычно имеет место в суспензиях, частицы оседают, образуя осадок. Если же выше плотность среды, как часто бывает в эмульсиях (например, бензола в воде), то частицы (капельки эмульсии) всплывают, образуя сливки.

Из (5.4) можно найти радиус частиц, оседающих со скоростью:

$$r = \sqrt{\frac{9\eta}{2(d_1 - d_2)g}} V \qquad (5.5)$$

В уравнении (5.4) все величины, кроме V, постоянны:

$$c = \sqrt{\frac{9\eta}{2(d_1 - d_2)g}} \qquad (5.6)$$

Тогда

$$r = c\sqrt{V} \qquad (5.7)$$

или

$$r = c\sqrt{\frac{H}{\tau}} \qquad (5.8)$$

где H – расстояние, которое проходят частицы при осаждении, м;

τ - время осаждения, с.

Для проведения анализа используются приборы, называемые седиментометрами. Для суспензии наиболее точен и прост весовой седиментометр Фигуровского (рис. 15)

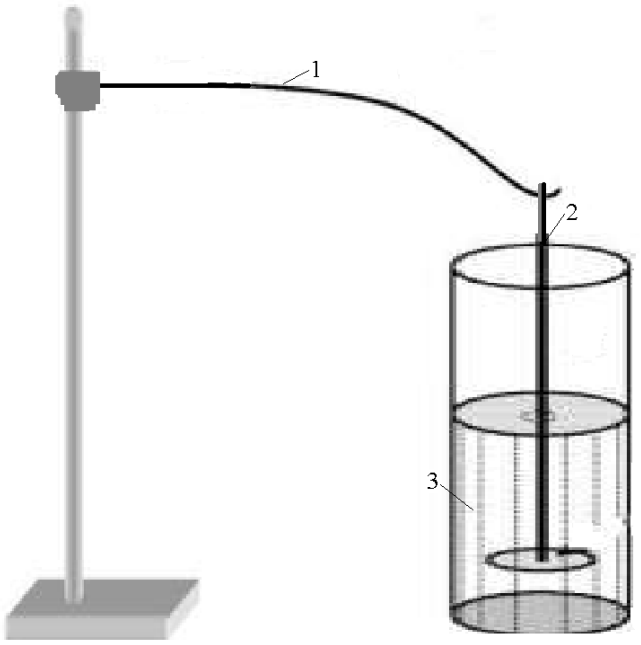


Рис. 15 – Седиментометр Фигуровского

Прибор состоит из кварцевого коромысла 1, оканчивающегося крючком, на который подвешивается чашечка 2. Последняя опускается в стеклянный цилиндр с суспензией 3, которую перемешивают перед опытом. Глубина погружения чашечки должна быть около 10 см. Процесс осаждения суспен-

зии фиксируется по деформации коромысла под действием веса частиц, которую наблюдают в отсчетный микроскоп.

Достоинством весов Фигуровского является возможность исследования разбавленных суспензий, содержащих 0,001 - 0,2 % дисперсной фазы, что полностью исключает коагуляцию частиц.

По результатам опыта строят график в координатах “ значения шкалы измерительного прибора – время”: n = f(τ), называемый кривой осаждения (рис. 16).

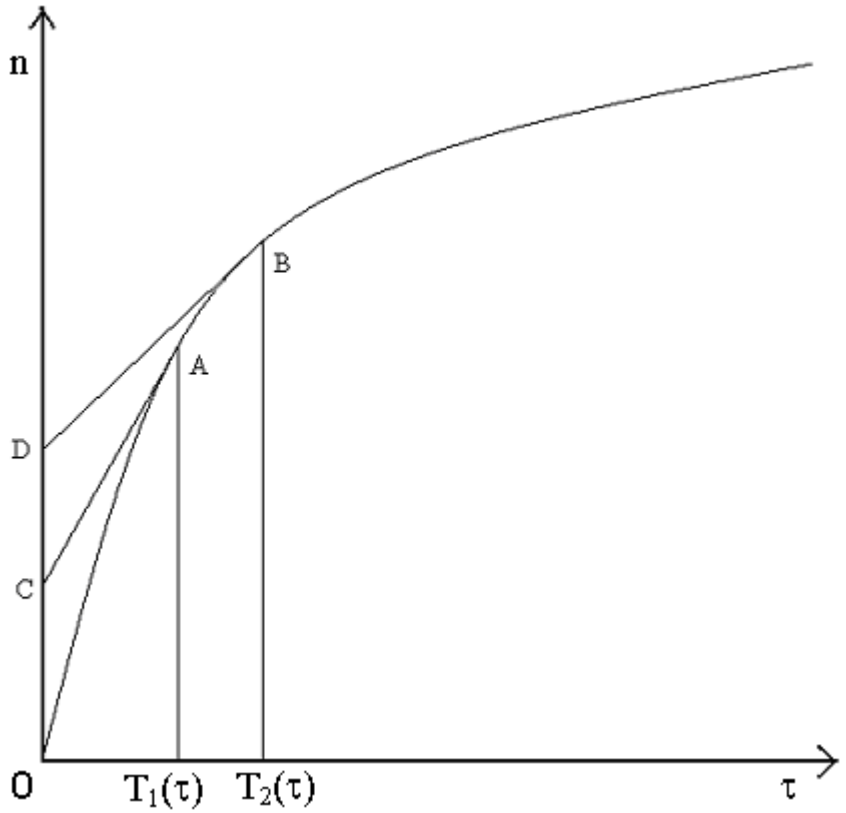


Рисунок 16 - Кривая осаждения частиц дисперсной фазы

Пользуясь уравнением (5.8) и кривой осаждения можно определить процентное содержание частиц различных размеров данной суспензии, то есть построить кривую распределения. Следует отметить, что седиментационный анализ не позволяет найти количество частиц данного определенного размера, он лишь показывает, каков вес частиц, имеющих размеры в интервале между одним радиусом (например,) и другим (например,). Поэтому вся

полидисперсная система разделяется на ряд групп-фракций, к которым относятся частицы размерами, лежащими между двумя данными радиусами r_1 и r_2, r_2 и r_3 и т. д. Выбор фракций зависит от системы и конкретной цели исследования. В общем случае для выделения фракций поступают следующим образом. Ось времени на графике осаждения от $\tau_o = 0$ до $\tau = \tau_{max}$, соответствующему полному осаждению, делят на ряд произвольных отрезков. При этом согласно уравнению (5.7) каждому значению времени соответствует определенная величина радиуса частиц. Чтобы найти все фракции из точек, определяющих начало и конец осаждения частиц данной фракции восстанавливают перпендикуляры до пересечения с кривой $n = f(\tau)$ (точки и), через которые проводят касательные до пересечения с осью ординат в точках C и D . Отрезок CD и будет равен весу фракций ΔQ, выраженному в условных единицах. Общий вес осаждения дисперсной фазы равен отрезку 0D. По полученным данным строят кривую распределения весового количества вещества в координатах (рис. 17), где $\frac{\Delta Q_i}{\Delta r_i}$ - вес данной фракции,

- средний радиус частиц фракции.

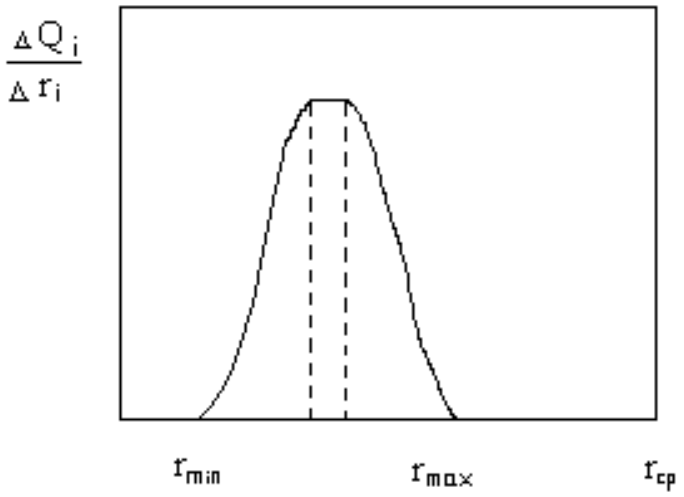


Рис. 17 – Кривая распределения весового количества фракций

Заштрихованная область на рис. 17 соответствует весу фракции. Кривая распределения позволяет охарактеризовать дисперсную систему: чем выше максимум, тем ближе она к монодисперсной, растянутая кривая свидетельствует о большом различии в размерах частиц.

Кривую распределения весового количества вещества легко пересчитать на фракцию распределения числа частиц, так как

$$\Delta Q_i = \frac{4}{3}\pi r_{cp_i}^{\ 3}\gamma\Delta N_i \qquad (5.9)$$

где ΔN_i – число частиц фракции со средним радиусом r_{cpi};

γ - плотность дисперсной фазы.

Тогда

$$\frac{\Delta N_i}{\Delta r_i} = \frac{3}{4\pi}\frac{1}{r_{cp_i}^{\ 3}\gamma}\frac{\Delta Q_i}{\Delta r_i} \qquad (5.10)$$

Вид кривой $\frac{\Delta N_i}{\Delta r_i} = f(r_{cp_i})$ аналогичен изображенному на рис. 17.

6 Коллоидные растворы

Дисперсные частицы коллоидного раствора обладают свойствами фазы.

Коллоидные частицы – отличаются от дисперсных только меньшими размерами.

Лиофобные (для случая водной сферы – гидрофобные) – коагулируют при добавлении малых концентраций электролитов.

Лиофильные – коагулируют только под влиянием больших (молярных) концентраций электролитов. В большинстве случаев они являются растворами полимеров.

6.1 Двойной электрический слой

На границе раздела 2^x фаз разного химического состава происходит перераспределение электрического заряда при переходе заряженных частиц – ионов и электронов из одной фазы в другую. Это приводит к появлению заряда на поверхности одной фазы и равного, но противоположного по знаку на поверхности другого.

Причины образования заряда на поверхности:

- переход катионов Ме в раствор
- соприкосновение двух растворов электролитов или 2^x несмешивающихся жидкостей (масло – вода) с распределенными в них ионами
- адсорбция на поверхности ионов из раствора
- диссоциация поверхностных соединений.

6.2 Строение двойного слоя

Гельмгольц предложил рассматривать слой как модель плоского конденсатора. К слою зарядов на металле жестко притянуты ионы противоположного знака; расстояние между обкладками – порядка диаметра молекул H_2O.

Знак скачка потенциалов условно принят совпадающим со знаком заряда поверхности металла.

Штерн, а затем российские ученые А.Н.Фрумкин, О.А.Есин и др. развили теорию следующим образом.

Двойной слой состоит из плотного слоя и диффузионного, которые разделены внешней плоскостью Гельмгольца. Толщина плотного равна радиусу гидратированных ионов $\delta_0 = 3 – 4$ Å, а диэлектрическая постоянная $E_1 << E_p$ в связи с ориентацией диполей, например, растворителя.

Далее идет диффузионный слой, в нем благодаря тепловому движению ионов распределены подобно дисперсным частицам по закону Лапласа.

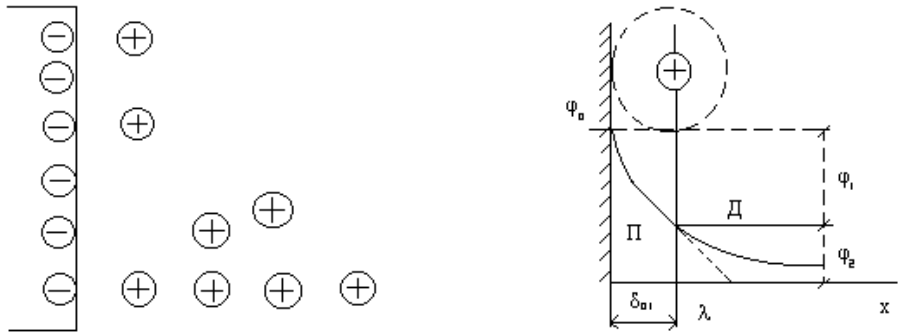


Рисунок 18 – Двойной электрический слой и появляющийся потенциал на электроде

Толщина его теоретически бесконечна, но вводят его эффективную величину λ. В нем потенциал изменяется по закону, близкому к экспоненциальному.

Плотная часть, в силу малой подвижности ионов, называется еще адсорбционным слоем. Но в отличие от теории Гельмгольца число зарядов ионов второго ряда не совпадает с числом зарядов первого ряда. Компенсация происходит за счет зарядов в диффузионном слое.

Разность потенциала между диффузионным подвижным и адсорбционной частью двойного слоя называется электрокинетическим или дзета-потенциалом ξ.

В разбавленных растворах ξ совпадает с φ_2, т.к. в них граница скольжения совпадает с δ_{01}. В общем случае они не совпадают. Движение жидкости (скольжение)идет не по твердой, а за пределами плотной части двойного слоя.

Измерить ξ нельзя, он вычисляется из данных по скоростям движения жидкости относительно твердой поверхности под действием некоторой разности потенциалов, приложенной извне (электроосмое) или твердых частиц под действием поля (эектрофорез) оба явления называются электрокинетическими.

1) ξ зависит от концентрации раствора электролита – чем больше концентрация тем меньше толщина диффузионного слоя и меньше ξ, при этом измеряемая величина термодинамического электродного потенциала не изменяется. Когда диффузионный слой сжимается практически до толщины δ ξ = 0 – изоэлектрическое состояние. Такие частицы не реагируют на приложенное извне напряжение. Число потенциалопределяющих ионов остается неизменным, но они полностью нейтрализованы противоионами. В этом заключается причина разрушения коллоидных частиц.

2) ξ зависит от заряда ионов электролита. Чем больше заряд иона, (противоположного по знаку иону поверхности), тем сильнее они снижают ξ, т.к. компенсируют заряд потенциалопределяющих ионов.

3) При одинаковом заряде катион оказывает тем более сильное воздействие на $\downarrow$ ξ, чем больше его радиус.

$$Li^+ < Na^+ < K^+ < Rb^+ < Cs^+$$

Т.к.: а) с увеличением r возрастает его поляризуемость, что позволяет ему ближе подойти к поверхности.

б) с увеличением r уменьшается степень гидротации (если речь идет о водных растворах) или сольватации. Т.е. падает эффективный радиус и ион легче входит в адсорбционный слой.

4) Особенно сильное воздействие оказывают многозарядные ионы. Вследствие высокой адсорбционной способности они могут войти в плотную часть двойного слоя, заместить там потенциал определяющие ионы и перезарядить поверхность.

Вывод: чем выше ξ, тем выше устойчивость коллоидов.

6.3 Мицеллярная теория строения лиофобных коллоидов (золей).

В них почти полностью отсутствует взаимодействие между частицами дисперсной фазы и средой. Поэтому они называются лиофобными.

Если частицы, например, крахмала, желатины и вообще белков сильно сольватированы, то система называется лиофильными коллоидами. В последнее время показано, что они представляют собой истинные растворы высокомолекулярных веществ, т.е. системы гомогенные и т/д устойчивые. Их структурная единица - макромолекула.

Состоят из 2^x частей: мицеллы – (дисперсная фаза) и дисперсной среды – растворитель и растворенные в нем электролиты и неэлектролиты.

Мицелла золя состоит из ядра, адсорбционного и диффузного слоёв.

Ядро мицеллы имеет кристаллическое строение, рост размеров ядра можно приостановить созданием адсорбционного слоя из ионов стабилизатора. Для получения устойчивого золя надо, чтобы скорость адсорбции ионов опережала скорость роста ядра.

Гидрозоль образуется по реакции $AgNO_3 + KI$

$\{ m[AgI] nAg^+ (n - x)NO^-_3\}^+ \times NO_3$

m – количество молекул в ядре

n – количество ионов, адсорбированных на поверхности ядра. Они определяют ее заряд и поэтому называются потенциалопределяющими.

x – количество противоионов в диффузионном слое.

n-x – часть противоионов в адсорбционном слое.

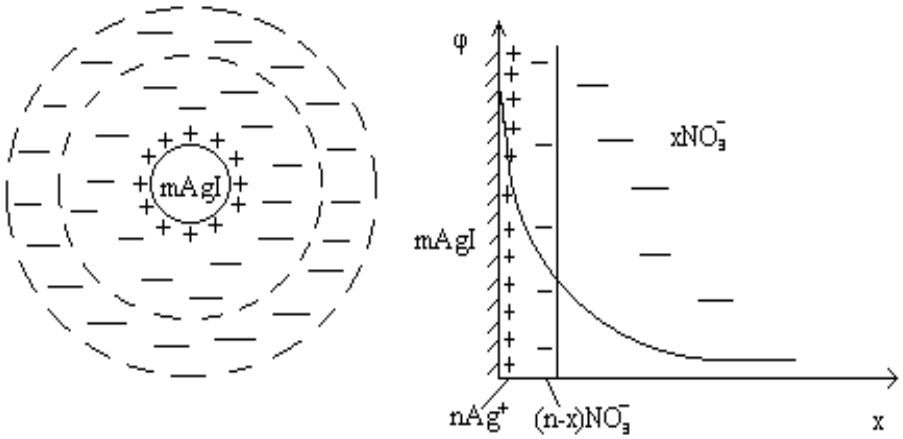


Рисунок 19 – Строение мицеллы и двойной электрический слой

Частицы, образующие двойной слой перемещаются вместе с ядром и поверхность скольжения находится за его пределами.

6.4 Образование коллоидных систем

Изменение дисперсности твердой фазы в буровых растворах – основной происходящий в них процесс.

Применительно к ним есть 2 основных способа.

1. Механическое диспергирование (дробление, истирание и т.п.). Совершаемая при этом работа равна:

$$\Delta A = \sigma \Delta \omega,$$

Из этого уравнения видно, что работа растет по мере уменьшения размеров частиц, так как растет ω. Поэтому способ очень энергоемкий: в цементной промышленности ¾ всех затрат относится к механическому измельчению.

Приборы, в которых происходит измельчение до крупности 1 – 0,1 мкм называются коллоидными мельницами. Они основаны на явлениях удара, трения, вибрации. Есть ультразвуковые мельницы и т.д. В буровой технике используются гидравлические и механические мешалки.

2. Пептизация – процесс разрушения агрегатов частиц под действием жидкости или растворенных в ней веществ.

Пример 1.

Пептизация глины под действием воды. Молекулы воды разрушают связи между частицами глины, образуется суспензия.

Пример 2.

Получение коллоидного раствора $Fe(OH)_3$. Свежеосажденный и быстро промытый осадок обрабатывают небольшим количеством $FeCl_3$. На поверхности частиц идет реакция

$Fe_2O_3 + 6HCl = 2FeCl_3 + 3H_2O$

$Fe_2O_3 + 6H^+ + 6Cl^- = 2Fe^{3+} + 6Cl^- + 3H_2O$

Fe^{3+} адсорбируются ядром частицы, образуется двойной электрический слой, обуславливающий устойчивость золя.

$\{m[Fe(OH)_3]\cdot nFe^{3+} + 3(n - x)Cl^-\}3xCl^-$.

Пептизация как метод диспергирования глины более эффективен. Лимитирующий фактор – ограниченный контакт со средой при крупных агрегатах твердой фазы. Наиболее эффективно сочетать оба метода.

Существенное влияние на диспергирование в целом оказывает присутствие ПАВ. С этим связан эффект понижения прочности твердых тел при адсорбции ПАВ на их поверхности (эффект Ребиндера). Их адсорбция понижает поверхностную энергию, что облегчает развитие микротрещин. Причем молекулы ПАВ должны быть невелики, чтобы проникнуть во все щели.

Эти же реагенты обладают и пептизирующим эффектом при небольших концентрациях.

NaOH, LiOH, NH_4OH, $Na_2B_4O_7$ и т.д. При этом надо помнить, что те же вещества при больших концентрациях действуют как коагуляторы.

6.5 Образование ядра мицеллы. Теория зарождения новых фаз.

$AgNO_3 + KI = AgI + KNO_3$

$Ag^+ + I^- = AgI_{тв}$

$CaCO_3 = CaO + CO_2$

Во всех этих случаях внутри одной фазы должны появиться зародыши другой.

Мицелла кремневой кислоты

Заряд возникает без адсорбции ионов извне, а за счет электролитической диссоциации поверхностного слоя самого ядра.

SiO_2 реагирует с водой, образуя H_2SiO_3

$$H_2SiO_3 \leftrightarrow 2H^+ + SiO^{2-}_3$$

$\{ m[SiO_2]\cdot nSiO^{2-}{}_3\ 2(n-x)H^+ \}^{2-}\ 2\times H^+$

По Френкелю зарождение новых фаз идет за счет флуктуаций – отклонений какой-то величины от среднего значения.

За счет флуктуаций в каком-то участке объема собралось много ионов Ag^+ и I^- - скачком образовался кристаллик AgI.

Для гетерогенных флуктуаций изменение энергии Гиббса при образовании зародыша новой фазы равно:

$$\Delta G_{обр} = \Delta G_V + \Delta G_S$$

ΔG_V - работа при образовании объема при появлении зародыша новой фазы.

ΔG_S - работа при образовании поверхности при появлении зародыша новой фазы.

$$\Delta G_V = n_{зар}(G_1 - G_2),$$

$n_{зар}$ – число зародышей новой фазы

G_1 – энергия Гиббса, соответствующая новой фазе

G_2 – в исходной состоянии.

$$n_{зар} = \frac{V_з}{V} = \frac{V_з \rho}{m}$$

ρ – плотность вещества ядра

m – масса новой фазы.

$$\Delta G_S = \sigma S$$

σ – межфазные натяжения на границ фаз.

S – площадь поверхности зародышей.

$$\Delta G_{обр} = \frac{V_з \rho}{m}(G_1 - G_2) + \sigma S$$

Зародыши имеют сферическую форму.

$$\Delta G_{обр} = \frac{\rho}{m}\frac{4}{3}\pi r^3(G_1 - G_2) + \sigma \cdot 4\pi\pi^2$$

Если процесс идет самопроизвольно, то $\Delta G_{обр} < 0$

Если $\Delta G_{обр} < 0$, то значит $G_1 - G_2 < 0$.

Зародыши, имеющие размер, при котором $\Delta G = 0$, называются критическими.

Если r > $r_{кр}$, то $\Delta G < 0$, поэтому такие зародыши устойчивы и самопроизвольно растут.

Если r < $r_{кр}$, то $\Delta G > 0$, зародыши неустойчивы и самопроизвольно растворяются.

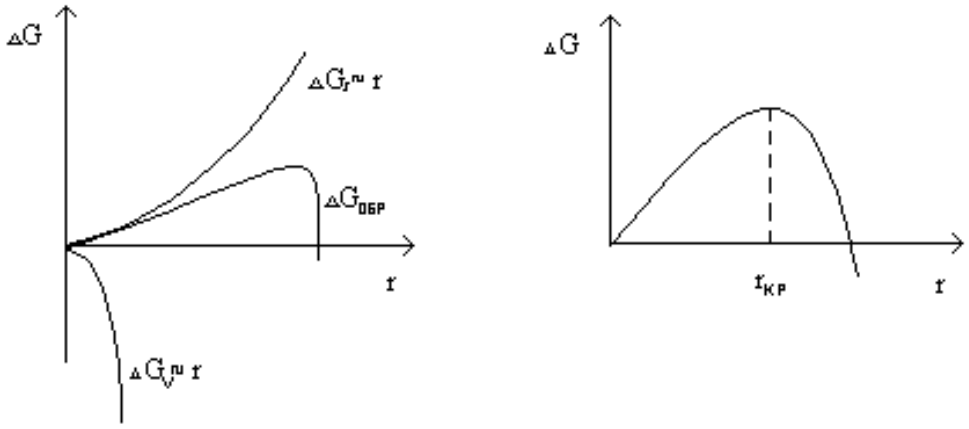


Рисунок 20 – Изменение энергии Гиббса с ростом размера зародышей

Таким образом для образования новой фазы необходимы флуктуации критического размера.

6.6 Устойчивость дисперсных систем

Рассмотрение с помощью понятий термодинамики

$$\sigma = \left(\frac{\partial G}{\partial \omega} \right) \qquad \text{или} \qquad \Delta G = \sigma \Delta \omega$$

Увеличение ΔG связано с увеличением поверхности. Поэтому если σ на границе дисперсная фаза – дисперсная среда велика(сотни, тысячи мДж/м^2), то ΔG > 0, т.е. система т/д неустойчива.

Но при диспергировании возрастает беспорядок в системе и следовательно энтропия. Это сказывается на устойчивости, когда $\sigma > 1$ мДж/м^2. В этом случае система может быть т/д устойчивой.

Если система неустойчива, то частицы должны укрупняться.

а) – без образования поверхности раздела между ними - коалесценция.

- соединение частицы с образованием поверхности раздела с каплей жидкости – коагуляция.

Обычно оба процесса называются коагуляцией.

б) Перекристаллизация дисперсной фазы.

Если частицы растворимы в дисперсной среде, то идет растворение мелких и за счет того растут крупные.

AgCl и $BaSO_4$ заметно растворимы в воде и золи их мало устойчивы, если добавить спирт и уменьшить растворимость, то устойчивость существенно повышается.

Особенно сильное влияние на коагуляцию оказывают электролиты.

6.7 Коагуляция электролитами

В принципе лиофобные золи могут быть коагулированы любыми электролитами, при сравнительно невысоких концентрациях.

Мерой коагулирующей способности является порог коагуляции – минимальная концентрация электролита ммоль/л, необходимая для явной, т.е. видимой невооруженным глазом, коагуляции, за определенный промежуток времени.

Коагулирующей частью электролита является тот ион, заряд которого противоположен потенциалопределяющему заряду дисперсной частицы.

Для положительно заряженных – анион.

Отрицательно заряженных – катион.

Согласно влиянию ионов на сжатие диффузионной части двойного слоя коагулирующая способность возрастает с ростом заряда иона и его радиуса (правило Шульце-Гарди).

Особенно велика коагулирующая способность органических ионов вследствие их высокой адсорбируемости.

Коагуляция начинается раньше, чем частица достигает изоэлектрического состояния ($\xi = 0$). То наибольшее значение ξ, при котором начинается коагуляция, называется критическим.

Если $\xi > \xi_{кр}$, то золь относительно устойчив.

Если $\xi < \xi_{кр}$, то скорость коагуляции тем больше, чем меньше ξ и достигает максимума при $\xi = 0$.

Для многих лиофобных золей величина $\xi_{кр} = 0{,}03$ В, т.е. разным порогам коагуляции отвечает близкое значение $\xi_{кр}$.

Эта теория не объясняет причины возникновения $\xi_{кр}$ и не описывает адсорбционные эффекты внедрения в плотную часть слоя.

6.8 Кинетика (скорость) коагуляции коллоидов

Под коагуляцией понимается любое укрупнение частиц. По данным опыта зависимость скорости коагуляции от концентрации электролита имеет следующий вид.

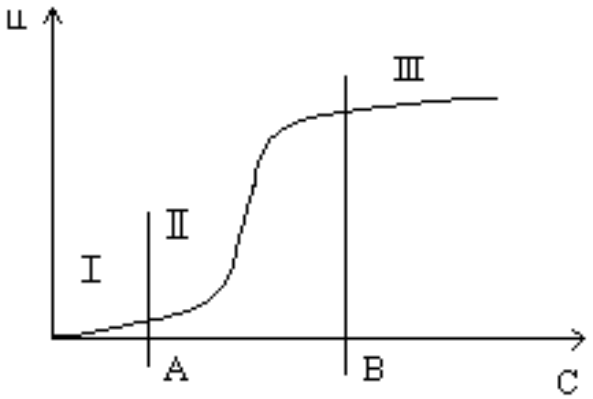


Рисунок – 21 Зависимость скорости коагуляции коллоидного раствора от концентрации электролита

Область I – коллоидный раствор устойчив U→ 0.

Область II – область медленной коагуляции U = f(C).

A – порог коагуляции – та min концентрация электролита, при которой начинается коагуляция.

$\xi^A = \xi_{кр}$

B – та концентрация, при которой $\xi = 0$ – изоэлектрическое состояние золя. Поэтому дальнейшее увеличение C не сказывается на скорости.

Область III – область быстрой коагуляции.

U – энергия взаимодействия, x – расстояние между частицами.

Если потенциальный барьер больше энергии броуновского движения,

$$U > \frac{3}{2}kT$$

то частицы не могут его преодолеть и сблизиться на расстоянии $x < \delta$, где преобладают силы притяжения. Коллоидная система устойчива.

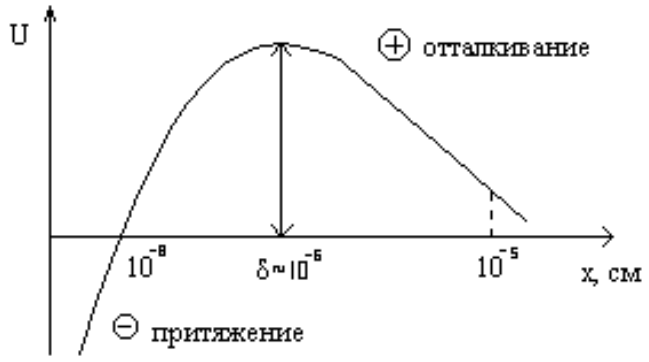


Рисунок 22 – Зависимость энергии взаимодействия от расстояния между частицами

Порог коагуляции соответствует критической концентрации электролита γ_c, при котором исчезает потенциальный барьер.

$$\gamma_c = \alpha \frac{1}{Z^6}$$

Z – заряд противоиона.

Чем больше заряд, тем меньше γ_c – правило Шульце-Гарди.

6.9 Теория быстрой перикинетической коагуляции

Разработана Смолуховским. Перикинетическая – осуществляется за счет сил взаимодействия между частицами, одинаково действующими по всем направлениям. Частота встреч всех частиц тоже одинакова. Частицы встречаются в результате броуновского движения.

Быстрой называется коагуляция, при которой любая встреча частиц, сблизившихся на расстоянии $R_{ij} = r_i + r_j$ приводит к их соединению (r_i, r_j – радиусы частиц).

Вероятность встречи любой пары частиц пропорциональна их концентрации.

$$W = kn_i n_j$$ - закон убывающих масс,

где к – константа скорости коагуляции.

$$k = 4\pi\pi_{ij} R_{ij}$$

D_{ij} – константа диффузии.

$$D_{ij} = D_i + D_j,$$

где D_i и D_j – коэффициенты диффузии, 4π – телесный угол сферы радиуса R_{ij}.

Смолуховским рассмотрена кинетика монодисперсной системы сферических частиц.

В начальный момент t = 0 система содержит n_0 частиц в единице объема радиусом r_0.

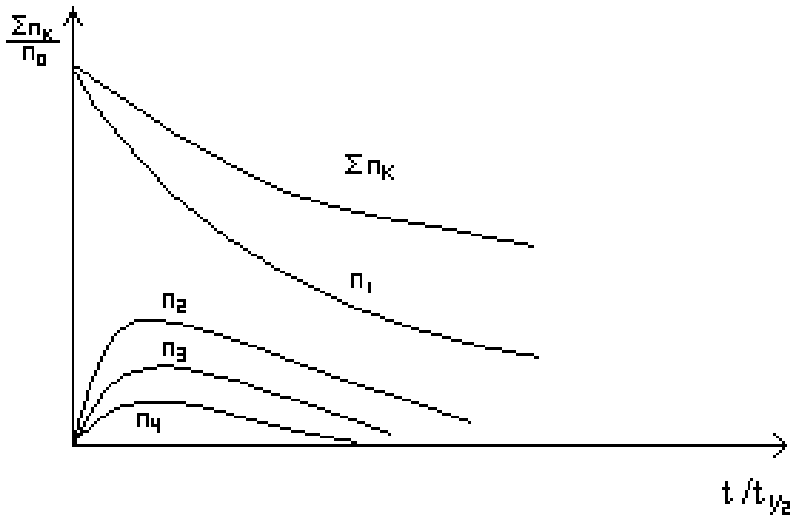


Рисунок 23 – Коагуляция в монодисперсной системе

Через время t ряд частиц укрупнится:

n_1 – исходных (или первоначальных n_0)

n_2 – вторичных – получаются в результате встречи исходных

n_3 – третичных – сталкиваются вторичные с оставшимися первичными

n_4 – четверные – вторичные с вторичными

---

n_k – число катых частиц.

Надо найти изменение к-частиц в системе с течением времени – это и есть скорость коагуляции.

$U = \frac{dn_K}{dt}$ = скорость их появления – скорость исчезновения в результате соединения с любой другой частицей.

$$\frac{dn_K}{dt} = \frac{1}{2}\sum_{i=1}^{K-1}\sum_{j=K-1}^{i} 4\pi\pi_{ij} R_{ij} n_i n_j - n_K \sum_{i=1}^{i=\infty} 4\pi\pi_{iK} R_{iK} n_i$$

Решим это дифференциальное уравнение – возьмем интеграл

$$\sum n_K = \frac{n_0}{1 + 8\pi\pi_0 r_0 n_0 t}$$

Эйнштейн: $D_0 = \frac{kT}{6\pi\pi_0\eta}$ $\quad D_0 r_0 = \frac{kT}{6\pi\pi}$

$$\sum n_K = \frac{n_0}{\frac{4}{3}\frac{kT}{\eta} n_0 t + 1}$$

В данный момент времени $\Sigma\, n_K$ тем меньше, чем больше Т и ниже вязкость.

Обычно пользуются термином “время коагуляции” – время, в течение которого число частиц уменьшится в два раза.

$$\sum n_K = \frac{n_0}{2}$$

$$\frac{n_0}{2} = \frac{n_0}{1 + 8\pi\pi_0 r_0 n_0 t_{1/2}} \qquad 1 + 8\pi\pi_0 r_0 n_0 t_{1/2} = 2$$

$$t_{1/2} = \frac{1}{8\pi\pi_0 r_0 n_0} = \frac{3\eta}{4kTn_0}$$

Время коагуляции:

1. $t_{1/2} \approx \eta$ - чем больше вязкость, тем длительнее идет укрупнение частиц.

2. $t_{1/2} \approx \frac{1}{T}$ - чем выше температура, тем быстрее коагуляция, кроме того с ростом температуры падает вязкость. Поэтому Т очень сильно ускоряет коагуляцию.

3. $t \approx \frac{1}{n_0}$ - чем больше число исходных частиц, т.е. чем более мелкодисперсная система, тем больше вероятность встречи, а значит и укрупнения, тем меньше время коагуляции.

Часто приходиться бороться с загущающим действием выбуренной породы на буровой раствор. Это требует улучшения его очистки от коллоидных фракций и в частности введения компонентов, понижающих вязкость для улучшения условий коагуляции.

$\Sigma\, n_к$ и n_1 должно во время коагуляции непрерывно уменьшаться.

Число же вторичных, третичных и т.д. частиц с течением времени проходит через максимум – поскольку они сначала появляются, а затем исчезают в результате соединения с другими.

Пример:

Концентрация золь AgI. $n_0=4\cdot10^{14}$ 1/мл (r_0 = 30 мкм).

$t_{1/2} = 5\cdot10^{-4}$ с.

С нападением n_0 $t_{1/2}$ возрастает до 1 мин = 60 с.

6.10 Медленная перикинетическая коагуляция

В этом случае не каждая встреча приводит к коагуляции. Причины стабилизации различны, в частности расклинивающее давление.

Эффективной оказывается доля встреч α. Можно пользоваться теми же формулами, но

$$\sum n_K = \frac{n_0}{1+8\pi\pi_0 r_0 n_0 t\alpha} \qquad (6.1)$$

$$t_{1/2} = \frac{3\eta}{4kTn_0}\alpha \qquad (6.2)$$

α подбирают из опытных данных. Зная все значения в (6.2) подбирают α, чтобы расчет соответствовал опыту $t^{р}_{1/2} = t^{оп}_{1/2}$

$10^{-6} <\alpha <1$. Теория становится полуэмпирической.

6.11 Ортокинетическая коагуляция

Ортокинетической называется коагуляция, осуществляемая под действием сил, имеющих преимущественное направление, поэтому частота встреч в одном направлении больше, чем в другом.

Причины:

1) частицы имеют разную плотность;
2) разные размеры;

3) разная форма частиц:

4) наличие потоков жидкости.

Все эти факторы ускоряют коагуляцию, поэтому ее скорость больше, чем в случае перикинетической.

Примеры:

2. $\frac{r_i}{r_j} = 10$ - коагуляция зашла далеко. В этом случае V в 3,5 раза больше,

чем для монодисперсной смеси.

$\frac{r_i}{r_j} = 100 \qquad \frac{V_{100}}{V_1} = 26$

Вывод: Создание полидисперсной системы позволяет ускорить коагуляцию.

1. Сферическая форма. Частицы коагулируют только, когда $R_{ij} = r_i + r_j$.

Частота встреч увеличивается, т.к. коагуляция происходит и при повороте. Однако, ускорение небольшое.

4. Наличие потоков жидкости играет заметную роль, когда в систему вводятся крупные частицы r ~ 10^{-3} см. Т.о. введение крупных частиц позволяет ускорить коагуляцию при наличие конвективных потоков.

Вывод: В практике бурения на коагуляцию буровых растворов оказывает влияние 3 основных фактора:

1) повышение концентрации глинистой твердой фазы;

2) повышение температуры;

3) действие электролитов.

6.12 Оптические свойства дисперсных систем

Специфика обусловлена гетерогенностью и дисперсностью. Гетерогенность обуславливает отражение, преломление световых, е и других лучей на границе раздела фаз и неодинаковое поглощение (или пропускание) сопряженными фазами.

Оптические методы – самые распространенные. Ими получают:

- дисперсность системы
- форму и строение отдельных частиц
- пористость, профиль поверхности
- толщину слоев, состав и дефекты

Рассеяние света (опалесценция)

Эффект Тиндаля (1868г.)

Светорассеяние, наблюдаемое сбоку при фокусировании пучка света внутри золя на темном фоне – образуется конус.

В совершенно однородной среде свет не рассеивается. Оно характерно и для газов, жидкостей, истинных растворов, в которых обусловлено флуктуациями плотности и концентрации – непрерывным возникновением и исчезновением ассоциатов.

Если размер неоднородности больше λ - в основном наблюдается отражение.

Если λ > размера частицы – колебания рассеиваются по всем направлениям. Рассеяние возможно, когда расстояние между частицами больше λ.

Теория светорассеяния разработана Релеем. Сферические частицы находятся далеко друг от друга – пренебрегают вторичным рассеянием. Поэтому рассеяние ~ концентрации дисперсной системы ν.

Формула устанавливает связь интенсивности рассеянного света I_p единицей объема дисперсной системы с частицами, значительно меньшими λ ($d<0{,}1\lambda$) на расстоянии R от частиц в направлении, составляющем угол θ с направлением излучения:

$$I_p = I_0[F\frac{\nu V^2}{\lambda^4 R^2}(1+\cos^2\theta)]$$

V – объем частицы; ν - концентрация дисперсных частиц.

$F = (\frac{n_1^2 - n_0^2}{n_1^2 + n_0^2})^2$; n –показатель преломления.

Если $n_1 = n_0$, то рассеяние отсутствует и в неоднородной среде.

Он не выполняется для систем с частицами, поглощающими свет – металлами. Поглощение света вырывает окраску золей.

Золь окрашивается в цвет (по законам оптики), дополнительный к поглощенному. Например, при поглощении синей части спектра (435-480нм) видимого спектра золь оказывается желтым.

Золи с металлическими частицами очень сильно поглощают свет, что обусловлено регенерацией в них электрического тока. Для них характерна селективность поглощения, зависящая от дисперсности. Сростом дисперсности максимум поглощения сдвигается в сторону коротких волн.

С изменением дисперсности меняется интенсивность окраски. Она максимальна для средних размеров ультрамикрогетерогенных систем.

Окраска многих минералов и драгоценных камней часто связана с изменением в них высокодисперсных частиц металлов и их оксидов.

Интенсивность окраски золей с металлическими частицами в сотни раз превышает интенсивность окраски красителей.

На явлении рассеяния света основаны ультрамикроскапия и нефелометрия.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Зимон, А.Д. Физическая химия / А.Д. Зимон. - М.: Красанд, 2015. - 318 с.

2. Кудряшева, Н.С. Физическая и коллоидная химия: Учебник и практикум для прикладного бакалавриата / Н.С. Кудряшева, Л.Г. Бондарева. - Люберцы: Юрайт, 2016. - 379 с.

3. Лукьянов, А.Б. Физическая и коллоидная химия / А.Б. Лукьянов. - М.: Альянс, 2016. - 288 с.

4. Фирилёва, Ж.Е. Физическая химия: Учебное пособие / Ж.Е. Фирилёва, А.И. Рябчиков, О.В. Загрядская. - СПб.: Лань П, 2016. - 464 с.

5. Фролов, Ю.Г. Физическая химия: учебное пособие / Ю.Г. Фролов, В.В. Белик. - М.: Альянс, 2016. - 464 с.

6. Хмельницкий, Р.А. Физическая и коллоидная химия / Р.А. Хмельницкий. - М.: Альянс, 2015. - 400 с.

7. Хуснутдинов, Р.Ш. Физическая химия: Учебное пособие / Р.Ш. Хуснутдинов, В.А. Жихарев. - СПб.: Лань, 2015. - 496 с.

Учебное издание

Алексей Миронович Амдур
Дмитрий Валерьевич Благин

ФИЗИЧЕСКАЯ ХИМИЯ

Учебное пособие для студентов
направлений: 21.05.04 «Горное дело»
специализации «Обогащение полезных ископаемых»,
21.05.02 Прикладная геология.

Редактор изд-ва В.В. Баклаева
Компьютерная верстка Д. В. Благин

Подписано в печать . .2017. Бумага писчая. Формат 60×84 1/16.
Гарнитура Times New Roman. Печать на ризографе.
Печ. л. 5. Уч.-изд. л. 4,9. Тираж 15 экз. Заказ №

Издательство УГГУ
620144, Екатеринбург, ул. Куйбышева, 30
Уральский государственный горный университет
Отпечатано с оригинал-макета
в лаборатории множительной техники УГГУ

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о проректора по учебно-методическому комплексу _____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

ТЕХНОЛОГИИ ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОГО ТРУДА

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Управления персоналом	Инженерно-экономического
(название кафедры)	*(название факультета)*
И.о.зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляева Е.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 06.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические указания по подготовке к опросу	9
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
	Заключение	17
	Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

[2] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу
_____ В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

СРЕДСТВА КОММУНИКАЦИИ В УЧЕБНОЙ И ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Управления персоналом	Инженерно-экономического
(название кафедры)	*(название факультета)*
И.о.зав.кафедрой _____ *(подпись)*	Председатель _____ *(подпись)*
Беляева Е.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 06.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические указания по подготовке к опросу	9
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
	Заключение	17
	Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

[2] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

ФГБОУ ВО «Уральский государственный горный университет»

УТВЕРЖДАЮ
И.о. проректора по учебно-методическому комплексу
_____В.В.Зубов

МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЕ СТУДЕНТОВ

ОСНОВЫ СОЦИАЛЬНОЙ АДАПТАЦИИ И ПРАВОВЫХ ЗНАНИЙ

Направление подготовки
20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность (профиль)
Инженерная защита окружающей среды

Одобрена на заседании кафедры	Рассмотрена методической комиссией факультета
Управления персоналом	Инженерно-экономического
(название кафедры)	*(название факультета)*
И.о.зав.кафедрой _____	Председатель _____
(подпись)	*(подпись)*
Беляева Е.А.	Мочалова Л.А.
(Фамилия И.О.)	*(Фамилия И.О.)*
Протокол № 1 от 06.09.2024	Протокол № 1 от 18.10.2024
(Дата)	*(Дата)*

Екатеринбург

СОДЕРЖАНИЕ

	Введение	3
1	Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий	5
2	Методические указания по подготовке к опросу	9
3	Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям	11
4	Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям	13
5	Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов	14
	Заключение	17
	Список использованных источников	18

ВВЕДЕНИЕ

Самостоятельная работа студентов может рассматриваться как организационная форма обучения - система педагогических условий, обеспечивающих управление учебной деятельностью студентов по освоению знаний и умений в области учебной и научной деятельности без посторонней помощи.

Самостоятельная работа студентов проводится с целью:

- систематизации и закрепления полученных теоретических знаний и практических умений студентов;
- углубления и расширения теоретических знаний;
- формирования умений использовать нормативную, правовую, справочную документацию и специальную литературу;
- развития познавательных способностей и активности студентов: творческой инициативы, самостоятельности, ответственности и организованности;
- формирования самостоятельности мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации;
- формирования практических (общеучебных и профессиональных) умений и навыков;
- развития исследовательских умений;
- получения навыков эффективной самостоятельной профессиональной (практической и научно-теоретической) деятельности.

В учебном процессе выделяют два вида самостоятельной работы:

- аудиторная;
- внеаудиторная.

Аудиторная самостоятельная работа по дисциплине выполняется на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию.

Внеаудиторная самостоятельная работа - планируемая учебная, учебно-исследовательская, научно-исследовательская работа студентов, выполняемая во внеаудиторное время по заданию и при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Самостоятельная работа, не предусмотренная образовательной программой, учебным планом и учебно-методическими материалами, раскрывающими и конкретизирующими их содержание, осуществляется студентами инициативно, с целью реализации собственных учебных и научных интересов.

Для более эффективного выполнения самостоятельной работы по дисциплине преподаватель рекомендует студентам источники и учебно-методические пособия для работы, характеризует наиболее рациональную методику самостоятельной работы, демонстрирует ранее выполненные студентами работы и т. п.

Подразумевается несколько категорий видов самостоятельной работы студентов, значительная часть которых нашла отражения в данных методических рекомендациях:

- работа с источниками литературы и официальными документами (*использование библиотечно-информационной системы*);
- выполнение заданий для самостоятельной работы в рамках учебных дисциплин (*рефераты, эссе, домашние задания, решения практико-ориентированных заданий*);

- реализация элементов научно-педагогической практики (*разработка методических материалов, тестов, тематических портфолио*);
- реализация элементов научно-исследовательской практики (*подготовка текстов докладов, участие в исследованиях*).

Особенностью организации самостоятельной работы студентов является необходимость не только подготовиться к сдаче зачета, но и собрать, обобщить, систематизировать, проанализировать информацию по темам дисциплины.

Технология организации самостоятельной работы студентов включает использование информационных и материально-технических ресурсов образовательного учреждения.

Самостоятельная работа может осуществляться индивидуально или группами студентов online и на занятиях в зависимости от цели, объема, конкретной тематики самостоятельной работы, уровня сложности, уровня умений студентов.

В качестве форм и методов контроля внеаудиторной самостоятельной работы студентов могут быть использованы обмен информационными файлами, семинарские занятия, тестирование, опрос, доклад, реферат, самоотчеты, контрольные работы, защита творческих работ и электронных презентаций и др.

Контроль результатов внеаудиторной самостоятельной работы студентов осуществляется в пределах времени, отведенного на обязательные учебные занятия по дисциплине.

1. Методические рекомендации по решению практико-ориентированных заданий

Практико-ориентированные задания - метод анализа ситуаций. Суть его заключается в том, что студентам предлагают осмыслить реальную жизненную ситуацию, описание которой одновременно отражает не только какую-либо практическую проблему, но и актуализирует определенный комплекс знаний, который необходимо усвоить при разрешении данной проблемы. При этом сама проблема не имеет однозначных решений.

Использование метода практико-ориентированного задания как образовательной технологии профессионально-ориентированного обучения представляет собой сложный процесс, плохо поддающийся алгоритмизации[1]. Формально можно выделить следующие этапы:

- ознакомление студентов с текстом;
- анализ практико-ориентированного задания;
- организация обсуждения практико-ориентированного задания, дискуссии, презентации;
- оценивание участников дискуссии;
- подведение итогов дискуссии.

Ознакомление студентов с текстом практико-ориентированного задания и последующий анализ практико-ориентированного задания чаще всего осуществляются за несколько дней до его обсуждения и реализуются как самостоятельная работа студентов; при этом время, отводимое на подготовку, определяется видом практико-ориентированного задания, его объемом и сложностью.

Общая схема работы с практико-ориентированное заданием на данном этапе может быть представлена следующим образом: в первую очередь следует выявить ключевые проблемы практико-ориентированного задания и понять, какие именно из представленных данных важны для решения; войти в ситуационный контекст практико-ориентированного задания, определить, кто его главные действующие лица, отобрать факты и понятия, необходимые для анализа, понять, какие трудности могут возникнуть при решении задачи; следующим этапом является выбор метода исследования.

Знакомство с небольшими практико-ориентированного заданиями и их обсуждение может быть организовано непосредственно на занятиях. Принципиально важным в этом случае является то, чтобы часть теоретического курса, на которой базируется практико-ориентированное задание, была бы прочитана и проработана студентами.

Максимальная польза из работы над практико-ориентированного заданиями будет извлечена в том случае, если аспиранты при предварительном знакомстве с ними будут придерживаться систематического подхода к их анализу, основные шаги которого представлены ниже:

1. Выпишите из соответствующих разделов учебной дисциплины ключевые идеи, для того, чтобы освежить в памяти теоретические концепции и подходы, которые Вам предстоит использовать при анализе практико-ориентированного задания.
2. Бегло прочтите практико-ориентированное задание, чтобы составить о нем общее представление.
3. Внимательно прочтите вопросы к практико-ориентированное задание и убедитесь в том, что Вы хорошо поняли, что Вас просят сделать.
4. Вновь прочтите текст практико-ориентированного задания, внимательно фиксируя все факторы или проблемы, имеющие отношение к поставленным вопросам.
5. Прикиньте, какие идеи и концепции соотносятся с проблемами, которые Вам предлагается рассмотреть при работе с практико-ориентированное заданием.

---

[1] Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

Организация обсуждения практико-ориентированного задания предполагает формулирование перед студентами вопросов, включение их в дискуссию. Вопросы обычно подготавливают заранее и предлагают студентам вместе с текстом практико-ориентированного задания. При разборе учебной ситуации преподаватель может занимать активную или пассивную позицию, иногда он «дирижирует» разбором, а иногда ограничивается подведением итогов дискуссии.

Организация обсуждения практико-ориентированных заданий обычно основывается на двух методах. Первый из них носит название традиционного Гарвардского метода - открытая дискуссия. Альтернативным методом является метод, связанный с индивидуальным или групповым опросом, в ходе которого аспиранты делают формальную устную оценку ситуации и предлагают анализ представленного практико-ориентированного задания, свои решения и рекомендации, т.е. делают презентацию. Этот метод позволяет некоторым студентам минимизировать их учебные усилия, поскольку каждый аспирант опрашивается один- два раза за занятие. Метод развивает у студентов коммуникативные навыки, учит их четко выражать свои мысли. Однако, этот метод менее динамичен, чем Гарвардский метод. В открытой дискуссии организация и контроль участников более сложен.

Дискуссия занимает центральное место в методе. Ее целесообразно использовать в том случае, когда аспиранты обладают значительной степенью зрелости и самостоятельности мышления, умеют аргументировать, доказывать и обосновывать свою точку зрения. Важнейшей характеристикой дискуссии является уровень ее компетентности, который складывается из компетентности ее участников. Неподготовленность студентов к дискуссии делает ее формальной, превращает в процесс вытаскивания ими информации у преподавателя, а не самостоятельное ее добывание.

Особое место в организации дискуссии при обсуждении и анализе практико-ориентированного задания принадлежит использованию метода генерации идей, получившего название «мозговой атаки» или «мозгового штурма».

Метод «мозговой атаки» или «мозгового штурма» был предложен в 30-х годах прошлого столетия А. Осборном как групповой метод решения проблем. К концу XX столетия этот метод приобрел особую популярность в практике управления и обучения не только как самостоятельный метод, но и как использование в процессе деятельности с целью усиления ее продуктивности. В процессе обучения «мозговая атака» выступает в качестве важнейшего средства развития творческой активности студентов. «Мозговая атака» включает в себя три фазы.

Первая фаза представляет собой вхождение в психологическую раскованность, отказ от стереотипности, страха показаться смешным и неудачником; достигается созданием благоприятной психологической обстановки и взаимного доверия, когда идеи теряют авторство, становятся общими. Основная задача этой фазы - успокоиться и расковаться.

Вторая фаза - это собственно атака; задача этой фазы - породить поток, лавину идей. «Мозговая атака» в этой фазе осуществляется по следующим принципам:

- есть идея, - говорю, нет идеи, - не молчу;
- поощряется самое необузданное ассоциирование, чем более дикой покажется идея, тем лучше;
- количество предложенных идей должно быть как можно большим;
- высказанные идеи разрешается заимствовать и как угодно комбинировать, а также видоизменять и улучшать;
- исключается критика, можно высказывать любые мысли без боязни, что их признают плохими, критикующих лишают слова;
- не имеют никакого значения социальные статусы участников; это абсолютная демократия и одновременно авторитаризм сумасшедшей идеи;
- все идеи записываются в протокольный список идей;

• время высказываний - не более 1-2 минут.

Третья фаза представляет собой творческий анализ идей с целью поиска конструктивного решения проблемы по следующим правилам:

- анализировать все идеи без дискриминации какой-либо из них;
- найти место идее в системе и найти систему под идею;
- не умножать сущностей без надобности;
- не должна нарушаться красота и изящество полученного результата;
- должно быть принципиально новое видение;
- ищи «жемчужину в навозе».

В методе мозговая атака применяется при возникновении у группы реальных затруднений в осмыслении ситуации, является средством повышения активности студентов. В этом смысле мозговая атака представляется не как инструмент поиска новых решений, хотя и такая ее роль не исключена, а как своеобразное «подталкивание» к познавательной активности.

Презентация, или представление результатов анализа практико-ориентированного задания, выступает очень важным аспектом метода ***case-study***. Умение публично представить интеллектуальный продукт, хорошо его рекламировать, показать его достоинства и возможные направления эффективного использования, а также выстоять под шквалом критики, является очень ценным интегральным качеством современного специалиста. Презентация оттачивает многие глубинные качества личности: волю, убежденность, целенаправленность, достоинство и т.п.; она вырабатывает навыки публичного общения, формирования своего собственного имиджа.

Публичная (устная) презентация предполагает представление решений практико-ориентированного задания группе, она максимально вырабатывает навыки публичной деятельности и участия в дискуссии. Устная презентация обладает свойством кратковременного воздействия на студентов и, поэтому, трудна для восприятия и запоминания. Степень подготовленности выступающего проявляется в спровоцированной им дискуссии: для этого необязательно делать все заявления очевидными и неопровержимыми. Такая подача материала при анализе практико-ориентированного задания может послужить началом дискуссии. При устной презентации необходимо учитывать эмоциональный настрой выступающего: отношение и эмоции говорящего вносят существенный вклад в сообщение. Одним из преимуществ публичной (устной) презентации является ее гибкость. Оратор может откликаться на изменения окружающей обстановки, адаптировать свой стиль и материал, чувствуя настроение аудитории.

Непубличная презентация менее эффектна, но обучающая роль ее весьма велика. Чаще всего непубличная презентация выступает в виде подготовки отчета по выполнению задания, при этом стимулируются такие качества, как умение подготовить текст, точно и аккуратно составить отчет, не допустить ошибки в расчетах и т.д. Подготовка письменного анализа практико-ориентированного задания аналогична подготовке устного, с той разницей, что письменные отчеты-презентации обычно более структурированы и детализированы. Основное правило письменного анализа практико-ориентированного задания заключается в том, чтобы избегать простого повторения информации из текста, информация должна быть представлена в переработанном виде. Самым важным при этом является собственный анализ представленного материала, его соответствующая интерпретация и сделанные предложения. Письменный отчет - презентация может сдаваться по истечении некоторого времени после устной презентации, что позволяет студентам более тщательно проанализировать всю информацию, полученную в ходе дискуссии.

Как письменная, так и устная презентация результатов анализа практико-ориентированного задания может быть групповая и индивидуальная. Отчет может быть индивидуальным или групповым в зависимости от сложности и объема задания. Индивидуальная презентация формирует ответственность, собранность, волю;

групповая - аналитические способности, умение обобщать материал, системно видеть проект.

Оценивание участников дискуссии является важнейшей проблемой обучения посредством метода практико-ориентированного задания. При этом выделяются следующие требования к оцениванию:

- объективность - создание условий, в которых бы максимально точно выявлялись знания обучаемых, предъявление к ним единых требований, справедливое отношение к каждому;
- обоснованность оценок - их аргументация;
- систематичность - важнейший психологический фактор, организующий и дисциплинирующий студентов, формирующий настойчивость и устремленность в достижении цели;
- всесторонность и оптимальность.

Оценивание участников дискуссии предполагает оценивание не столько набора определенных знаний, сколько умения студентов анализировать конкретную ситуацию, принимать решение, логически мыслить.

Следует отметить, что оценивается содержательная активность студента в дискуссии или публичной (устной) презентации, которая включает в себя следующие составляющие:

- выступление, которое характеризует попытку серьезного предварительного
- анализа (правильность предложений, подготовленность,
- аргументированность и т.д.);
- обращение внимания на определенный круг вопросов, которые требуют углубленного обсуждения;
- владение категориальным аппаратом, стремление давать определения, выявлять содержание понятий;
- демонстрация умения логически мыслить, если точки зрения, высказанные раньше, подытоживаются и приводят к логическим выводам;
- предложение альтернатив, которые раньше оставались без внимания;
- предложение определенного плана действий или плана воплощения решения;
- определение существенных элементов, которые должны учитываться при анализе практико-ориентированного задания;
- заметное участие в обработке количественных данных, проведении расчетов;
- подведение итогов обсуждения.

При оценивании анализа практико-ориентированного задания, данного студентами при непубличной (письменной) презентации учитывается:

- формулировка и анализ большинства проблем, имеющихся в практико-ориентированное задание;
- формулировка собственных выводов на основании информации о практико-ориентированное задание, которые отличаются от выводов других студентов;
- демонстрация адекватных аналитических методов для обработки информации;
- соответствие приведенных в итоге анализа аргументов ранее выявленным проблемам, сделанным выводам, оценкам и использованным аналитическим методам.

2. Методические указания по подготовке к опросу

Самостоятельная работа обучающихся включает подготовку к устному или письменному опросу на семинарских занятиях. Для этого обучающийся изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

Письменный опрос

В соответствии с технологической картой письменный опрос является одной из форм текущего контроля успеваемости студента по данной дисциплине. При подготовке к письменному опросу студент должен внимательно изучает лекции, основную и дополнительную литературу, публикации, информацию из Интернет-ресурсов. Темы и вопросы к семинарским занятиям, вопросы для самоконтроля приведены в методических указаниях по разделам и доводятся до обучающихся заранее.

При изучении материала студент должен убедиться, что хорошо понимает основную терминологию темы, умеет ее использовать в нужном контексте. Желательно составить краткий конспект ответа на предполагаемые вопросы письменной работы, чтобы убедиться в том, что студент владеет материалом и может аргументировано, логично и грамотно письменно изложить ответ на вопрос. Следует обратить особое внимание на написание профессиональных терминов, чтобы избегать грамматических ошибок в работе. При изучении новой для студента терминологии рекомендуется изготовить карточки, которые содержат новый термин и его расшифровку, что значительно облегчит работу над материалом.

Устный опрос

Целью устного собеседования являются обобщение и закрепление изученного курса. Студентам предлагаются для освещения сквозные концептуальные проблемы. При подготовке следует использовать лекционный материал и учебную литературу. Для более глубокого постижения курса и более основательной подготовки рекомендуется познакомиться с указанной дополнительной литературой. Готовясь к семинару, студент должен, прежде всего, ознакомиться с общим планом семинарского занятия. Следует внимательно прочесть свой конспект лекции по изучаемой теме и рекомендуемую к теме семинара литературу. С незнакомыми терминами и понятиями следует ознакомиться в предлагаемом глоссарии, словаре или энциклопедии [2].

Критерии качества устного ответа.

1. Правильность ответа по содержанию.
2. Полнота и глубина ответа.
3. Сознательность ответа (учитывается понимание излагаемого материала).
4. Логика изложения материала (учитывается умение строить целостный, последовательный рассказ, грамотно пользоваться профессиональной терминологией).
5. Рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи (учитывается умение использовать наиболее прогрессивные и эффективные способы достижения цели).
6. Своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе (учитывается грамотно и с пользой применять наглядность и демонстрационный опыт при устном ответе).
7. Использование дополнительного материала (приветствуется, но не обязательно для всех студентов).

[2] Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа: http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf

8. Рациональность использования времени, отведенного на задание (не одобряется затянутость выполнения задания, устного ответа во времени, с учетом индивидуальных особенностей студентов)[3].

Ответ на каждый вопрос из плана семинарского занятия должен быть содержательным и аргументированным. Для этого следует использовать документы, монографическую, учебную и справочную литературу.

Для успешной подготовки к устному опросу, студент должен законспектировать рекомендуемую литературу, внимательно осмыслить лекционный материал и сделать выводы. В среднем, подготовка к устному опросу по одному семинарскому занятию занимает от 2 до 4 часов в зависимости от сложности темы и особенностей организации обучающимся своей самостоятельной работы.

[3]Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: http://priab.ru/images/metod_agro/Metod_Inostran_yazyk_35.03.04_Agro_15.01.2016.pdf

3. Методические рекомендации по подготовке к практическим занятиям

На практических занятиях необходимо стремиться к самостоятельному решению задач, находя для этого более эффективные методы. При этом студентам надо приучить себя доводить решения задач до конечного «идеального» ответа. Это очень важно для будущих специалистов. Практические занятия вырабатывают навыки самостоятельной творческой работы, развивают мыслительные способности.

Практическое занятие – активная форма учебного процесса, дополняющая теоретический курс или лекционную часть учебной дисциплины и призванная помощь обучающимся освоиться в «пространстве» (тематике) дисциплины, самостоятельно прооперировать теоретическими знаниями на конкретном учебном материале.

Продолжительность одного практического занятия – от 2 до 4 академических часов. Общая доля практических занятий в учебном времени на дисциплину – от 10 до 20 процентов (при условии, что все активные формы займут в учебном времени на дисциплину от 40 до 60 процентов).

Для практического занятия в качестве темы выбирается обычно такая учебная задача, которая предполагает не существенные эвристические и аналитические напряжения и продвижения, а потребность обучающегося «потрогать» материал, опознать в конкретном то общее, о чем говорилось в лекции. Например, при рассмотрении вопросов оплаты труда, мотивации труда и проблем безработицы в России имеет смысл провести практические занятия со следующими сюжетами заданий: «Расчет заработной платы работников предприятия». «Разработка механизма мотивации труда на предприятии N». «В чем причины и особенности безработицы в России?». Последняя тема предполагает уже некоторую аналитическую составляющую. Основная задача первой из этих тем - самим посчитать заработную плату для различных групп работников на примере заданных параметров для конкретного предприятия, т. е. сделать расчеты «как на практике»; второй – дать собственный вариант мотивационной политики для предприятия, учитывая особенности данного объекта, отрасли и т.д.; третьей – опираясь на теоретические знания в области проблем занятости и безработицы, а также статистические материалы, сделать авторские выводы о видах безработицы, характерных для России, и их причинах, а также предложить меры по минимизации безработицы.

Перед проведением занятия должен быть подготовлен специальный материал – тот объект, которым обучающиеся станут оперировать, активизируя свои теоретические (общие) знания и тем самым, приобретая навыки выработки уверенных суждений и осуществления конкретных действий.

Дополнительный материал для практического занятия лучше получить у преподавателя заранее, чтобы у студентов была возможность просмотреть его и подготовить вопросы.

Условия должны быть такими, чтобы каждый мог работать самостоятельно от начала до конца. В аудитории должны быть «под рукой» необходимые справочники и тексты законов и нормативных актов по тематике занятия. Чтобы сделать практическое занятие максимально эффективным, надо заранее подготовить и изучить материал по наиболее интересным и практически важным темам.

Особенности практического занятия с использованием компьютера

Для того чтобы повысить эффективность проведения практического занятия, может использоваться компьютер по следующим направлениям:

- поиск информации в Интернете по поставленной проблеме: в этом случае преподаватель представляет обучающимся перечень рекомендуемых для посещения Интернет-сайтов;
- использование прикладных обучающих программ;
- выполнение заданий с использованием обучающимися заранее установленных преподавателем программ;

- использование программного обеспечения при проведении занятий, связанных с моделированием социально-экономических процессов.

4.Методические рекомендации по подготовке семинарским занятиям

Семинар представляет собой комплексную форму и завершающее звено в изучении определенных тем, предусмотренных программой учебной дисциплины. Комплексность данной формы занятий определяется тем, что в ходе её проведения сочетаются выступления обучающихся и преподавателя: рассмотрение обсуждаемой проблемы и анализ различных, часто дискуссионных позиций; обсуждение мнений обучающихся и разъяснение (консультация) преподавателя; углубленное изучение теории и приобретение навыков умения ее использовать в практической работе.

По своему назначению семинар, в процессе которого обсуждается та или иная научная проблема, способствует:

- углубленному изучению определенного раздела учебной дисциплины, закреплению знаний;
- отработке методологии и методических приемов познания;
- выработке аналитических способностей, умения обобщения и формулирования выводов;
- приобретению навыков использования научных знаний в практической деятельности;
- выработке умения кратко, аргументированно и ясно излагать обсуждаемые вопросы;
- осуществлению контроля преподавателя за ходом обучения.

Семинары представляет собой дискуссию в пределах обсуждаемой темы (проблемы). Дискуссия помогает участникам семинара приобрести более совершенные знания, проникнуть в суть изучаемых проблем. Выработать методологию, овладеть методами анализа социально-экономических процессов. Обсуждение должно носить творческий характер с четкой и убедительной аргументацией.

По своей структуре семинар начинается со вступительного слова преподавателя, в котором кратко излагаются место и значение обсуждаемой темы (проблемы) в данной дисциплине, напоминаются порядок и направления ее обсуждения. Конкретизируется ранее известный обучающимся план проведения занятия. После этого начинается процесс обсуждения вопросов обучающимися. Завершается занятие заключительным словом преподавателя.

Проведение семинарских занятий в рамках учебной группы (20 - 25 человек) позволяет обеспечить активное участие в обсуждении проблемы всех присутствующих.

По ходу обсуждения темы помните, что изучение теории должно быть связано с определением (выработкой) средств, путей применения теоретических положений в практической деятельности, например, при выполнении функций государственного служащего. В то же время важно не свести обсуждение научной проблемы только к пересказу случаев из практики работы, к критике имеющих место недостатков. Дискуссии имеют важное значение: учат дисциплине ума, умению выступать по существу, мыслить логически, выделяя главное, критически оценивать выступления участников семинара.

В процессе проведения семинара обучающиеся могут использовать разнообразные по своей форме и характеру пособия (от доски смелом до самых современных технических средств), демонстрируя фактический, в том числе статистический материал, убедительно подтверждающий теоретические выводы и положения. В завершение обсудите результаты работы семинара и сделайте выводы, что хорошо усвоено, а над чем следует дополнительно поработать.

В целях эффективности семинарских занятий необходима обстоятельная подготовка к их проведению. В начале семестра (учебного года) возьмите в библиотеке необходимые методические материалы для своевременной подготовки к семинарам. Во время лекций, связанных с темой семинарского занятия, следует обращать внимание на то, что необходимо дополнительно изучить при подготовке к семинару (новые официальные документы, статьи в периодических журналах, вновь вышедшие монографии и т.д.).

5.Методические рекомендации по подготовке к сдаче экзаменов и зачетов

Экзамен - одна из важнейших частей учебного процесса, имеющая огромное значение.

Во-первых, готовясь к экзамену, студент приводит в систему знания, полученные на лекциях, семинарах, практических и лабораторных занятиях, разбирается в том, что осталось непонятным, и тогда изучаемая им дисциплина может быть воспринята в полном объеме с присущей ей строгостью и логичностью, ее практической направленностью. А это чрезвычайно важно для будущего специалиста.

Во-вторых, каждый хочет быть волевым и сообразительным., выдержанным и целеустремленным, иметь хорошую память, научиться быстро находить наиболее рациональное решение в трудных ситуациях. Очевидно, что все эти качества не только украшают человека, но и делают его наиболее действенным членом коллектива. Подготовка и сдача экзамена помогают студенту глубже усвоить изучаемые дисциплины, приобрести навыки и качества, необходимые хорошему специалисту.

Конечно, успех на экзамене во многом обусловлен тем, насколько систематически и глубоко работал студент в течение семестра. Совершенно очевидно, что серьезно продумать и усвоить содержание изучаемых дисциплин за несколько дней подготовки к экзамену просто невозможно даже для очень способного студента. И, кроме того, хорошо известно, что быстро выученные на память разделы учебной дисциплины так же быстро забываются после сдачи экзамена.

При подготовке к экзамену студенты не только повторяют и дорабатывают материал дисциплины, которую они изучали в течение семестра, они обобщают полученные знания, осмысливают методологию предмета, его систему, выделяют в нем основное и главное, воспроизводят общую картину с тем, чтобы яснее понять связь между отдельными элементами дисциплины. Вся эта обобщающая работа проходит в условиях напряжения воли и сознания, при значительном отвлечении от повседневной жизни, т. е. в условиях, благоприятствующих пониманию и запоминанию.

Подготовка к экзаменам состоит в приведении в порядок своих знаний. Даже самые способные студенты не в состоянии в короткий период зачетно-экзаменационной сессии усвоить материал целого семестра, если они над ним не работали в свое время. Для тех, кто мало занимался в семестре, экзамены принесут мало пользы: что быстро пройдено, то быстро и забудется. И хотя в некоторых случаях студент может «проскочить» через экзаменационный барьер, в его подготовке останется серьезный пробел, трудно восполняемый впоследствии.

Определив назначение и роль экзаменов в процессе обучения, попытаемся на этой основе пояснить, как лучше готовиться к ним.

Экзаменам, как правило, предшествует защита курсовых работ (проектов) и сдача зачетов. К экзаменам допускаются только студенты, защитившие все курсовые работы проекты) и сдавшие все зачеты. В вузе сдача зачетов организована так, что при систематической работе в течение семестра, своевременной и успешной сдаче всех текущих работ, предусмотренных графиком учебного процесса, большая часть зачетов не вызывает повышенной трудности у студента. Студенты, работавшие в семестре по плану, подходят к экзаменационной сессии без напряжения, без излишней затраты сил в последнюю, «зачетную» неделю.

Подготовку к экзамену следует начинать с первого дня изучения дисциплины. Как правило, на лекциях подчеркиваются наиболее важные и трудные вопросы или разделы дисциплины, требующие внимательного изучения и обдумывания. Нужно эти вопросы выделить и обязательно постараться разобраться в них, не дожидаясь экзамена, проработать их, готовясь к семинарам, практическим или лабораторным занятиям, попробовать самостоятельно решить несколько типовых задач. И если, несмотря на это, часть материала осталась неусвоенной, ни в коем случае нельзя успокаиваться, надеясь на

то, что это не попадется на экзамене. Факты говорят об обратном; если те или другие вопросы учебной дисциплины не вошли в экзаменационный билет, преподаватель может их задать (и часто задает) в виде дополнительных вопросов.

Точно такое же отношение должно быть выработано к вопросам и задачам, перечисленным в программе учебной дисциплины, выдаваемой студентам в начале семестра. Обычно эти же вопросы и аналогичные задачи содержатся в экзаменационных билетах. Не следует оставлять без внимания ни одного раздела дисциплины: если не удалось в чем-то разобраться самому, нужно обратиться к товарищам; если и это не помогло выяснить какой-либо вопрос до конца, нужно обязательно задать этот вопрос преподавателю на предэкзаменационной консультации. Чрезвычайно важно приучить себя к умению самостоятельно мыслить, учиться думать, понимать суть дела. Очень полезно после проработки каждого раздела восстановить в памяти содержание изученного материала. кратко записав это на листе бумаги. создать карту памяти (умственную карту), изобразить необходимые схемы и чертежи (логико-графические схемы), например, отобразить последовательность вывода теоремы или формулы. Если этого не сделать, то большая часть материала останется не понятой, а лишь формально заученной, и при первом же вопросе экзаменатора студент убедится в том, насколько поверхностно он усвоил материал.

В период экзаменационной сессии происходит резкое изменение режима работы, отсутствует посещение занятий по расписанию. При всяком изменении режима работы очень важно скорее приспособиться к новым условиям. Поэтому нужно сразу выбрать такой режим работы, который сохранился бы в течение всей сессии, т. е. почти на месяц. Необходимо составить для себя новый распорядок дня, чередуя занятия с отдыхом. Для того чтобы сократить потерю времени на включение в работу, рабочие периоды целесообразно делать длительными, разделив день примерно на три части: с утра до обеда, с обеда до ужина и от ужина до сна.

Каждый рабочий период дня надо заканчивать отдыхом. Наилучший отдых в период экзаменационной сессии - прогулка, кратковременная пробежка или какой-либо неутомительный физический труд.

При подготовке к экзаменам основное направление дают программа учебной дисциплины и студенческий конспект, которые указывают, что наиболее важно знать и уметь делать. Основной материал должен прорабатываться по учебнику (если такой имеется) и учебным пособиям, так как конспекта далеко недостаточно для изучения дисциплины, Учебник должен быть изучен в течение семестра, а перед экзаменом сосредоточьте внимание на основных, наиболее сложных разделах. Подготовку по каждому разделу следует заканчивать восстановлением по памяти его краткого содержания в логической последовательности.

За один - два дня до экзамена назначается консультация. Если ее правильно использовать, она принесет большую пользу. Во время консультации студент имеет полную возможность получить ответ на нее ни ясные ему вопросы. А для этого он должен проработать до консультации все темы дисциплины. Кроме того, преподаватель будет отвечать на вопросы других студентов, что будет для вас повторением и закреплением знаний. И еще очень важное обстоятельство: преподаватель на консультации, как правило, обращает внимание на те вопросы, по которым на предыдущих экзаменах ответы были неудовлетворительными, а также фиксирует внимание на наиболее трудных темах дисциплины. Некоторые студенты не приходят на консультации либо потому, что считают, что у них нет вопросов к преподавателю, либо полагают, что у них и так мало времени и лучше самому прочитать материал в конспекте или и учебнике. Это глубокое заблуждение. Никакая другая работа не сможет принести столь значительного эффекта накануне экзамена, как консультация преподавателя.

Но консультация не может возместить отсутствия длительной работы в течение семестра и помочь за несколько часов освоить материал, требующийся к экзамену. На консультации студент получает ответы на трудные или оставшиеся неясными вопросы и, следовательно, дорабатывается материал. Консультации рекомендуется посещать,

подготовив к ним все вопросы, вызывающие сомнения. Если студент придет на консультацию, не проработав всего материала, польза от такой консультации будет невелика.

Очень важным условием для правильного режима работы в период экзаменационной сессии является нормальным сон. Подготовка к экзамену не должна идти в ущерб сну, иначе в день экзамена не будет чувства свежести и бодрости, необходимых для хороших ответов. Вечер накануне экзамена рекомендуем закончить небольшой прогулкой.

Итак, *основные советы* для подготовки к сдаче зачетов и экзаменов состоят в следующем:

- лучшая подготовка к зачетам и экзаменам - равномерная работа в течение всего семестра;
- используйте программы учебных дисциплин - это организует вашу подготовку к зачетам и экзаменам;
- учитывайте, что для полноценного изучения учебной дисциплины необходимо время;
- составляйте планы работы во времени;
- работайте равномерно и ритмично;
- курсовые работы (проекты) желательно защищать за одну - две недели до начала зачетно-экзаменационной сессии;
- все зачеты необходимо сдавать до начала экзаменационной сессии;
- помните, что конспект не заменяет учебник и учебные пособия, а помогает выбрать из него основные вопросы и ответы;
- при подготовке наибольшее внимание и время уделяйте трудным и непонятным вопросам учебной дисциплины;
- грамотно используйте консультации;
- соблюдайте правильный режим труда и отдыха во время сессии, это сохранит работоспособность и даст хорошие результаты;
- учитесь владеть собой на зачете и экзамене;
- учитесь точно и кратко передавать свои мысли, поясняя их, если нужно, логико-графическими схемами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Методические указания по выполнению самостоятельной работы обучающихся являются неотъемлемой частью процесса обучения в вузе. Правильная организация самостоятельной работы позволяет обучающимся развивать умения и навыки в усвоении и систематизации приобретаемых знаний, обеспечивает высокий уровень успеваемости в период обучения, способствует формированию навыков совершенствования профессионального мастерства. Также внеаудиторное время включает в себя подготовку к аудиторным занятиям и изучение отдельных тем, расширяющих и углубляющих представления обучающихся по разделам изучаемой дисциплины.

Таким образом, обучающийся используя методические указания может в достаточном объеме усвоить и успешно реализовать конкретные знания, умения, навыки и получить опыт при выполнении следующих условий:

1) систематическая самостоятельная работа по закреплению полученных знаний и навыков;

2) добросовестное выполнение заданий;

3) выяснение и уточнение отдельных предпосылок, умозаключений и выводов, содержащихся в учебном курсе;

4) сопоставление точек зрения различных авторов по затрагиваемым в учебном курсе проблемам; выявление неточностей и некорректного изложения материала в периодической и специальной литературе;

5) периодическое ознакомление с последними теоретическими и практическими достижениями в области управления персоналом;

6) проведение собственных научных и практических исследований по одной или нескольким актуальным проблемам для *HR*;

7) подготовка научных статей для опубликования в периодической печати, выступление на научно-практических конференциях, участие в работе студенческих научных обществ, круглых столах и диспутах по проблемам управления персоналом.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Брандес М. П. Немецкий язык. Переводческое реферирование: практикум. М.: КДУ, 2008. – 368 с.

2. Долгоруков А. Метод case-study как современная технология профессионально -ориентированного обучения [Электронный ресурс]. Режим доступа: //http://evolkov.net/case/case.study.html/

3. Методические рекомендации по написанию реферата. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.hse.spb.ru/edu/recommendations/method-referat-2005.phtml

4. Фролова Н. А. Реферирование и аннотирование текстов по специальности: Учеб. пособие / ВолгГТУ, Волгоград, 2006. - С.5.

5. Методические рекомендации для студентов [Электронный ресурс]: Режим доступа:http://lesgaft.spb.ru/sites/default/files/u57/metod.rekomendacii_dlya_studentov_21.pdf