

**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ «ТИСБИ»**

Кафедра проектного менеджмента и управления качеством



«Утверждаю»
и.о. зав. кафедрой

Е.И. Уткина

Протокол заседания
кафедры № 7

от «26» февраля 2026 г.

Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины	Промышленная экология
Направление подготовки	05.03.06 Экология и природопользование
Профиль подготовки	Экология и глобальное управление устойчивым развитием
Год набора	2026

Составитель:

Ермолаева Г.И.

Казань

Содержание

1. Цели и задачи учебной дисциплины	2
2. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
3. Требования к результатам освоения дисциплины	4
4. Структура и содержание дисциплины	5
4.1 Модульно-тематический план и пояснительная записка с указанием этапов формирования компетенций	5
4.2 Содержание дисциплины по темам (разделам)	7
4.3 Планы практических и семинарских занятий	10
5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов	14
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	17
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины	18
8. Оценка компетенций по изучаемой дисциплине	20
Приложение 1. Фонд оценочных средств для проведения текущей и промежуточной аттестации по дисциплине	

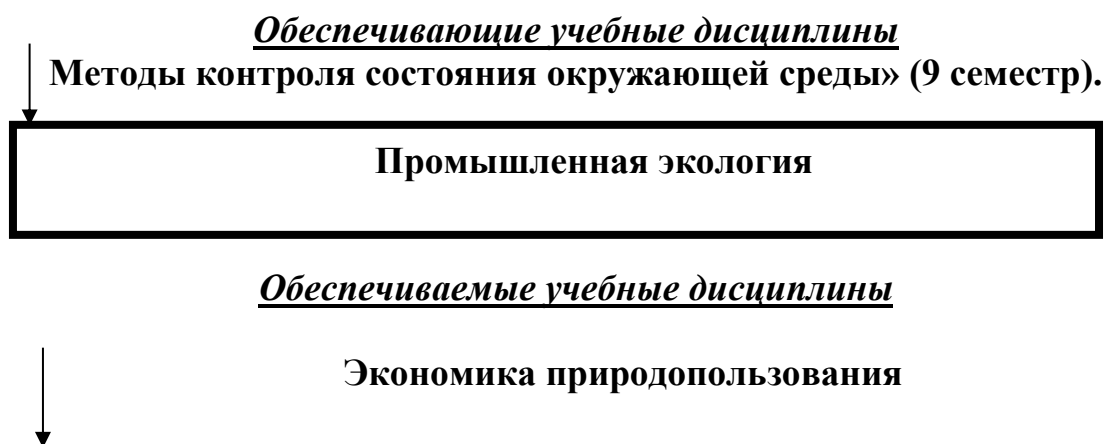
1. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель изучения дисциплины - сформировать у студентов понимание того, как работает промышленность в связке с природой, и научить их создавать замкнутые производственные циклы, где отходы одного этапа становятся ресурсом для другого.

Задачи изучения дисциплины: - анализ воздействия, нормирование, внедрение технологий, экологический мониторинг, оптимизация ресурсов, правовая база.

2. Место дисциплины в структуре ОПОП

Данная дисциплина относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 учебного плана. До начала изучения дисциплины «Промышленная экология» у студента должны быть сформированы компоненты компетенций (ЗУВы), полученных в результате изучения дисциплины «Методы контроля состояния окружающей среды» (7,8 и 9 семестры). Дисциплина находится во взаимосвязи с дисциплинами согласно схеме:



3. Требования к результатам освоения дисциплины

Дисциплина участвует в формировании следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО по направлению 05.03.06 Экология и природопользование, профиль «Экология и глобальное управление устойчивым развитием»:

ПК-1. Способен проводить анализ экологической безопасности деятельности предприятий, проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации

После освоения дисциплины студент должен получить следующие образовательные результаты:

Декомпозиция компетенций

Индикаторы	Результаты обучения по дисциплине
Компетенция ПК – 1.1	
ПК-1.1 Применяет знания типовых мероприятий по охране окружающей среды при планировании и осуществлении мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности организации	ПК-1.1 3.1 Знает источники промышленного загрязнения окружающей среды; способов защиты окружающей среды ПК-1.1 У.1 Умеет выбирать наиболее рациональные способы защиты окружающей среды ПК-1.1 В.1 Владеет методами выбора рационального способа защиты окружающей среды.

4. Структура и содержание дисциплины.

4.1 Модульно-тематический план и пояснительная записка с указанием этапов формирования компетенций

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы (144 академических часа).

Модульная разбивка учебной дисциплины					
Наименование модулей	Количество ауд. часов		Самостоят. работа. очная	Всего часов.	Индикаторы компетенции
	Лекции очная	Практик -очная			
Модуль 1 «Введение и теоретические основы»:					
Тема 1: Предмет и задачи промышленной экологии.	2	2	4	8	ПК-1.1 3.1
Тема 2: Экологические основы производства.	2	2	4	8	
Тема 3 Нормативно-правовое регулирование..	2	2	4	8	
Модуль 2 «Инженерная защита окружающей среды»:					
Тема 4: Защита атмосферного воздуха.	2	2	4	8	ПК-1.1 У.1
Тема 5: Рациональное использование и очистка сточных вод.	2	2	4	8	
Тема 6: Управление отходами производства.	2	2	4	8	
Тема 7: Физические факторы воздействия.	3	3	4	10	
Модуль 3. Экологический менеджмент и контроль					
Тема 8. Экологическое нормирование.	3	3	4	10	ПК-1.1
Тема 9. Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).	3	3	4	10	
Тема 10. Производственный экологический контроль (ПЭК).	3	3	4	10	
Модуль 4. Экологизация производства					
Тема 11. Малоотходные и ресурсосберегающие технологии.	3	3	4	10	ПК-1.1
Тема 12. Экологический аудит и сертификация.	3	3	4	10	
Подготовка к экзамену			18	18	
ИТОГО	30	30	84	144	-

Пояснительная записка с этапами формирования компетенций

Данный курс разбит на четыре логически завершённых и взаимосвязанных между собой модуля, которые охватывают весь материал дисциплины, обеспечивают приобретение образовательных результатов в соответствии с федеральными государственными образовательными стандартами. Порядок освоения модулей выстраивает траекторию и этапы формирования заявленных компетенций (или их составляющих).

Модуль 1 «Введение и теоретические основы» включает в себя 3 темы

В результате прохождения первого модуля студент должен:

- знать источники промышленного загрязнения окружающей среды; способов защиты окружающей среды

Уровень освоения полученных знаний и умений проверяется собеседованием и защитой реферата с использованием программных средств в соответствии с темами изучаемого модуля

Модуль 2 «Инженерная защита окружающей среды» включает в себя 4 темы

В результате прохождения второго модуля студент должен:

- знать источники промышленного загрязнения окружающей среды; способов защиты окружающей среды

Уровень освоения полученных знаний и умений проверяется тестированием с использованием программных средств в соответствии с темами изучаемого модуля

Модуль 3. «Экологический менеджмент и контроль» включает в себя 3 темы

В результате прохождения третьего модуля студент должен:

- уметь выбирать наиболее рациональные способы защиты окружающей среды

Уровень освоения полученных знаний и умений проверяется собеседованием с использованием программных средств в соответствии с темами изучаемого модуля

Модуль 4 «Экологизация производства» включает в себя 2 темы

В результате прохождения четвёртого модуля студент должен:

- владеть методами выбора рационального способа защиты окружающей среды.

Уровень освоения полученных знаний и умений проверяется экзаменом с использованием программных средств в соответствии с темами изучаемого модуля

4.2. Содержание дисциплины по темам (разделам)

«Промышленная экология».

Тема 1.

Предмет и задачи промышленной экологии.

1. Определение
2. Предмет изучения
3. Объект изучения
4. Оптимизация ресурсов
5. Минимизация отходов
6. Экологизация производства
7. Нормирование
8. Инженерная защита
9. Экологический мониторинг
10. ОВОС и экспертиза
11. Экологический аудит
12. Природопользование
13. Рециклинг
14. Экологический менеджмент

Тема 2.

Экологические основы производства.

1. Взаимодействие производства и биосферы.
2. Понятие техносферы и антропогенной нагрузки.
3. Экологические показатели эффективности предприятия.
4. Классификация ресурсов (исчерпаемые, возобновимые).
5. Рациональное природопользование: минимизация потерь при добыче и переработке.
6. Энергоэффективность и переход на альтернативные источники энергии.
7. Атмосфера: источники выбросов, очистка газовых смесей (фильтры, скрубберы).
8. Гидросфера: оборотное водоснабжение, методы очистки сточных вод (химические, биологические).
9. Литосфера: проблема деградации почв и рекультивация земель.
10. Классификация отходов по классам опасности.
11. Концепция «Zero Waste» (ноль отходов).
12. Технологии рециклинга (переработки) и утилизации.
13. Малоотходные и безотходные технологии.
14. Замкнутые технологические циклы.
15. Экологический дизайн продукции (Life Cycle Assessment — оценка жизненного цикла).
16. Экологические стандарты (ISO 14001).
17. ПДК (предельно допустимые концентрации) и ПДВ (выбросы).

18. Экологический аудит и экспертиза проектов.
19. Плата за негативное воздействие на среду.
20. Экологическое страхование и штрафы.
21. Инвестиции в «зеленые» технологии.

Тема 3.

Нормативно-правовое регулирование.

1. Понятие и принципы НПР
2. Иерархия актов
3. Нормотворческий процесс
4. Гражданско-правовое регулирование
5. Трудовое регулирование
6. Финансовое и налоговое регулирование
7. Административное регулирование
8. Лицензирование и аккредитация
9. Техническое регулирование
10. Контроль и надзор
11. Цифровое регулирование
12. Антимонопольное регулирование
13. Противодействие коррупции

Тема 4.

Защита атмосферного воздуха.

1. Основы и характеристики атмосферы
2. Источники и виды загрязнения
3. Инженерно-технологические меры защиты
4. Планировочные и природные меры
5. Правовое регулирование и контроль
6. Личный вклад и экологическое просвещение

Тема 5.

Рациональное использование и очистка сточных вод.

1. Классификация и характеристика сточных вод
2. Основные этапы и методы очистки
3. Рациональное использование водных ресурсов
4. Проектирование и типы сооружений

Тема 6.

Управление отходами производства.

1. Законодательная и нормативная база
2. Организация учета и отчетности на предприятии
3. Технологические процессы обращения с отходами

4. Технологические процессы обращения с отходами
5. Размещение и захоронение отходов
6. Экологический менеджмент и бережливое производство

Тема 7.

Физические факторы воздействия.

1. Механические факторы
2. Термические факторы
3. Электромагнитные факторы
4. Оптическое излучение (Световая среда)
5. Ионизирующее излучение (Радиация)
6. Барометрическое давление

Тема 8.

Экологическое нормирование

1. Основы и методология
2. Виды нормативов качества (состояние среды)
3. Нормативы допустимого воздействия (источники загрязнения)
4. Реализация и контроль

Тема 9.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).

1. Правовые и теоретические основы
2. Подготовительный этап (Скрининг и Скорпинг)
3. Анализ текущего состояния (Базовый уровень)
4. Оценка воздействий (Прогноз)
5. Смягчающие меры и альтернативы
6. Участие общественности
7. Итоговая документация и экспертиза
8. Мониторинг и пост-проектный анализ

4.3 Планы практических и семинарских занятий

Семинар 1.

Предмет и задачи промышленной экологии.

Основные вопросы

Предмет, объект и задачи дисциплины. Методология.

Контрольные вопросы

1. В чем заключается отличие промышленной экологии от классической (биологической) экологии?
2. Что такое экологизация производства и какими методами она достигается?
3. Какие основные критерии определяют экологическую безопасность предприятия?
4. Что подразумевает под собой концепция «наилучших доступных технологий» (НДТ)?
5. Как связаны между собой экономическая эффективность предприятия и его экологические показатели?
6. В чем суть мониторинга окружающей среды на промышленном объекте?
7. Какова роль безотходных технологий в реализации концепции устойчивого развития?

Семинар 2

Экологические основы производства.

Основные вопросы

Экологизация производства. Классификация природных ресурсов. Нормирование качества среды. Малоотходные и безотходные технологии. Энергетика и экология

Контрольные вопросы

1. В чем разница между прямым и косвенным воздействием производства на биосферу?
2. Каковы основные методы очистки газовых выбросов (абсорбция, адсорбция, использование циклонов и фильтров)?
3. Как работает обратное водоснабжение и зачем оно нужно промышленному предприятию?
4. Что включает в себя экологическая экспертиза проекта перед началом строительства завода?
5. Каков механизм экономического регулирования (штрафы за загрязнение, экологические налоги, квоты)?

Семинар 3.

Нормативно-правовое регулирование.

Основные вопросы

Понятие и система НПА. Предмет и метод регулирования. Законодательный процесс. Действие норм во времени и пространстве. Разграничение полномочий.

Контрольные вопросы

1. Понятие и предмет НПА
2. Система нормативных актов
3. Методы регулирования
4. Норма права
5. Правотворчество

Семинар 4.

Защита атмосферного воздуха.

Основные вопросы

Состав атмосферы. Классификация загрязнений. Основные источники. Глобальные последствия. Нормирование.

Контрольные вопросы

1. Методы очистки газов: Как работают сухие (циклоны, фильтры) и мокрые (скрубберы) методы очистки?
2. Физико-химическая очистка: В каких случаях применяют адсорбцию, абсорбцию и дожигание?
3. Рассеивание выбросов: Зачем нужны высокие дымовые трубы и как метеоусловия влияют на концентрацию вредных веществ у земли?
4. Мониторинг: Как осуществляется государственный контроль за состоянием воздуха в городах?
5. Правовая база: Какие основные положения содержит закон «Об охране атмосферного воздуха»?

Семинар 5.

Рациональное использование и очистка сточных вод.

Основные вопросы

Оборотное водоснабжение. Замкнутый цикл. Виды загрязнений. Методы очистки.

Контрольные вопросы

1. В чем разница между оборотным и последовательным использованием воды на предприятии?
2. Какие показатели определяют степень загрязненности стоков (БПК, ХПК, концентрация взвешенных веществ)?
3. Для каких целей применяется стадия первичного отстаивания в схеме очистных сооружений?

4. В каких случаях целесообразно использовать физико-химические методы вместо биологических?
5. Как происходит обеззараживание сточных вод перед их сбросом в природный водоем?
6. Что такое избыточный активный ил и как решается проблема его утилизации?
7. Какие существуют способы минимизации образования сточных вод непосредственно в технологическом цикле?

Семинар 6.

Управление отходами производства.

Основные вопросы

Классификация. Сбор и накопление. Паспортизация. Учет и отчетность. Транспортировка и передача. Нормирование.

Контрольные вопросы

1. Соответствие законодательству: Имеется ли на предприятии актуальное Положение о производственном контроле в области обращения с отходами?
2. Соблюдение сроков: Не превышает ли срок временного накопления отходов на территории 11 месяцев?
3. Оснащение мест накопления: Соответствуют ли площадки требованиям СанПиН (наличие твердого покрытия, навеса, ливнестоков)?
4. Лицензионный контроль: Есть ли у контрагентов действующие лицензии на те виды деятельности, которые им поручены (например, только транспортировка или полная утилизация)?
5. Квалификация персонала: Прошли ли сотрудники, допущенные к работе с опасными отходами, необходимое обучение и имеют ли соответствующие сертификаты?
6. Мониторинг воздействия: Проводится ли регулярный мониторинг состояния окружающей среды в местах размещения отходов (если они есть на балансе предприятия)?

Семинар 7.

Физические факторы воздействия.

Основные вопросы

Классификация факторов. Шум и вибрация. Микроклимат. Электромагнитные поля (ЭМП). Освещенность. Ионизирующее излучение.

Контрольные вопросы

1. В каких единицах измеряется уровень звукового давления и частота звука?

2. Что такое ПДК (предельно допустимая концентрация) и ПДУ (предельно допустимый уровень)? В чем их принципиальное различие?
3. Какие средства индивидуальной защиты (СИЗ) эффективны против высокочастотного шума?
4. Как влияет повышенная влажность воздуха на терморегуляцию человека при высоких температурах?
5. Каков механизм биологического действия лазерного излучения на сетчатку глаза?
6. Какие методы защиты временем и расстоянием применяются при работе с источниками радиации?

Семинар 8.

Экологическое нормирование

Основные вопросы

Понятие и цели. Объекты нормирования. Критерии установления норм. Виды нормативов. Взаимосвязь с ОВОС.

Контрольные вопросы

1. В чем разница между ПДК (сколько вещества в среде) и ПДВ/НДС (сколько разрешено выбросить конкретному заводу)?
2. Почему нормативы для рыбохозяйственных водоемов часто строже, чем для питьевой воды?
3. Что такое лимиты на размещение отходов и как они рассчитываются?
4. Как учитывается эффект суммации (когда два разных вещества по отдельности безопасны, а вместе становятся токсичными)?
5. Какая ответственность (административная или уголовная) наступает за превышение установленных нормативов?
6. Какие органы власти в РФ занимаются утверждением и контролем экологических норм?

Семинар 9.

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).

Основные вопросы

Цель и задачи. Объекты ОВОС. Принципы. Участники процесса. Этапы процедуры.

Контрольные вопросы

1. Чем ОВОС отличается от экологической экспертизы? (ОВОС — это процесс оценки, экспертиза — проверка результатов государством).
2. Как учитывается мнение граждан в ходе оценки? (Формы участия: общественные обсуждения, слушания, опросы).
3. Что такое «нулевой вариант» в документации ОВОС? (Отказ от реализации проекта и описание последствий этого отказа).

4. Как оценивается кумулятивное воздействие? (Учет суммарного влияния нового объекта и уже существующих предприятий в регионе).
5. Какие меры по смягчению последствий считаются приоритетными? (Предотвращение, минимизация, компенсация).

5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов регламентируется Положением об организации самостоятельной работы студентов.

Основными видами учебных занятий для студентов по данному курсу учебной дисциплины являются: лекции, семинарские занятия, самостоятельная работа студентов. Самостоятельная работа студентов является составной частью их учебной работы и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний, умений и навыков, поиск и приобретение новых знаний.

Самостоятельная работа студентов включает в себя освоение теоретического материала на основе лекций, основной и дополнительной литературы; подготовку к практическим занятиям в индивидуальном и групповом режиме. Советы по самостоятельной работе с точки зрения использования литературы, времени, глубины проработки темы и др., а также контроль за деятельностью студента осуществляется во время практических занятий.

Целью преподавателя является стимулирование самостоятельного, углублённого изучения материала курса, хорошо структурированное, последовательное изложение теории на лекциях, отработка навыков решения задач и системного анализа ситуаций на практических занятиях, контроль знаний студентов.

Вопросы, выносимые на самостоятельное изучение.

1. Объект и предмет: В чем принципиальная разница между тем, что изучает данная дисциплина, и тем, под каким углом она это делает?
2. Эволюция идей: Какова была главная предпосылка возникновения этой области знаний? Какие исторические события стали катализаторами?
3. Методологический аппарат: Какие специфические методы исследования используются здесь чаще всего (наблюдение, эксперимент, моделирование)?

4. Связь с другими науками: На стыке каких дисциплин находится эта тема и что она у них заимствует?
5. Основные категории и понятия: Можете ли вы дать четкие определения 3–5 базовым терминам, на которых строится вся дальнейшая теория?
6. Функции дисциплины: Какую практическую и теоретическую пользу приносит изучение этого предмета обществу или конкретному специалисту?
7. Актуальные дискуссии: Существуют ли в этой области вопросы, по которым у ученых до сих пор нет единого мнения?

Защита атмосферного воздуха

8. Механизмы очистки: В чем принципиальное различие между сухими (циклоны, фильтры) и мокрыми (скрубберы) методами очистки газов?
9. Тонкая очистка: Какие физические принципы лежат в основе работы электрофильтров и в каких отраслях они незаменимы?
10. Газоочистка: Какие методы (адсорбция, абсорбция, термическое дожиг) наиболее эффективны для удаления специфических токсичных газов (SO_x , NO_x)?

Защита гидросферы

11. Схемы очистки: Какова последовательность стадий очистки сточных вод (механическая, химическая, биологическая) и какую роль играет каждая из них?
12. Биологический метод: В чем разница между аэробной очисткой (аэротенки) и анаэробными процессами (метантенки)?
13. Замкнутый цикл: Какие инженерные решения позволяют внедрить оборотное водоснабжение на промышленном предприятии?

Обработка отходов

14. Иерархия обращения: Почему переработка (рециклинг) приоритетнее термического обезвреживания (сжигания)?
15. Полигоны: Какие инженерные барьеры предотвращают загрязнение почв и грунтовых вод фильтратом с полигонов ТБО?
16. Ликвидация накопленного вреда: Что такое рекультивация земель и из каких этапов она состоит?
17. Шум и вибрация: Какие материалы и конструкции эффективны для звукоизоляции и виброгашения в промышленных зонах?
18. Излучения: Какими методами обеспечивается защита персонала и населения от электромагнитных полей и ионизирующего излучения?
19. Критерии качества: Что такое ПДВ (предельно допустимый выброс) и ПДС (предельно допустимый сброс) и как они рассчитываются?

20. Экобиозащитная техника: Как выбрать оптимальное оборудование, исходя из концентрации загрязнений и объема выбросов?
21. В чем принципиальное различие между стандартами ISO 14001 и схемой EMAS?
22. Как интегрировать экологический менеджмент в общую бизнес-стратегию компании, а не оставлять его формальностью?
23. Какова роль экологической политики предприятия в формировании его бренда и репутации?
24. Чем экологический аудит отличается от государственного экологического контроля?
25. Как проводится оценка жизненного цикла (LCA) продукта и почему это важно для современного менеджмента?
26. Какие ключевые показатели эффективности (KPI) наиболее объективно отражают экологическую результативность компании?
27. Как экологический менеджмент помогает снижать издержки и повышать энергоэффективность?
28. Каковы механизмы экономического стимулирования внедрения систем эко-менеджмента в России и мире?
29. В чем заключается ответственность руководства за нарушение норм экологического законодательства?
30. Как выявлять и ранжировать экологические риски на производстве?
31. Что такое «зеленые» инновации и как они влияют на конкурентоспособность предприятия?
32. Как экологический менеджмент связан с концепцией устойчивого развития (SDG)?

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.

Основная литература:

1. Гридэл, Т. Е. Промышленная экология : учебное пособие для вузов / Т. Е. Гридэл, Б. Р. Алленби ; под редакцией Э. В. Гирусов. — Москва : ЮНИТИ-ДАНА, 2023. — 526 с. — ISBN 5-238-00620-9. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/142699.html>
2. Трифонова Т.А. Промышленная экология. Предотвращение загрязнения водных объектов : учебно-практическое пособие / Трифонова Т.А., Чугай Н.В.. — Владимир : Издательство Владимирского государственного университета, 2024. — 76 с. — ISBN 978-5-9984-1975-1. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/152333.html>
3. Дерябин, В. А. Экология : учебное пособие для СПО / В. А. Дерябин, Е. П. Фарафонтова ; под редакцией Н. Т. Шардакова. — 3-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2024. — 135 с. — ISBN 978-5-4488-0432-8, 978-5-7996-2820-8. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/139658.html>
4. Вершинин, В. Л. Экология города : учебное пособие для СПО / В. Л. Вершинин. — 4-е изд. — Саратов, Екатеринбург : Профобразование, Уральский федеральный университет, 2024. — 87 с. — ISBN 978-5-4488-0417-5, 978-5-7996-2895-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/139659.html>

Дополнительная литература:

1. Графкина, М. В. Охрана труда в промышленности : учебник / М. В. Графкина. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 200 с. — ISBN 978-5-9729-2619-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/154437.html>
2. Беспалько, Н. Е. Медико-биологические основы безопасности жизнедеятельности и медицинская экология. В 2 частях. Ч.1 : учебное пособие / Н. Е. Беспалько, А. В. Козачек. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2023. — 161 с. — ISBN 978-5-8265-2583-8, 978-5-8265-2584-5 (ч.1). — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/141054.html>

3. Матус, Л. И. Основные промышленные методы очистки газовых выбросов: конспект лекций : учебное пособие / Л. И. Матус. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2025. — 128 с. — ISBN 978-5-9729-2099-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/153972.html>
4. Корчевский, А. Н. Экология отраслевого производства : учебник / А. Н. Корчевский, В. Г. Самойлик, А. Е. Воробьев. — Москва, Вологда : Инфра-Инженерия, 2023. — 168 с. — ISBN 978-5-9729-1375-6. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/132964.html>

Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы и интернет-ресурсы

1. Электронно-библиотечная система «IPRbooks» (<http://www.iprbookshop.ru>)
2. Образовательная платформа «Юрайт» (<https://urait.ru>)
3. <http://mon.gov.ru> –сайт Минобрнауки РФ
4. <http://www.edu.ru/> –библиотека федерального портала «Российское образование» (содержит каталог ссылок на интернет-ресурсы, электронные библиотеки по различным вопросам образования)
5. <http://www.prilib.ru> –Президентская библиотека
6. <http://www.rusneb.ru> –Национальная электронная библиотека
7. <http://elibrary.rsl.ru/> –сайт Российской государственной библиотеки (раздел «Электронная библиотека»)

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины

В процессе изучения данной дисциплины в соответствии с Реестром материально-технического обеспечения аудиторного фонда Университета управления "ТИСБИ" используются:

Наименование аудитории	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
------------------------	---	---

Учебная аудитория № 340. Кабинет теории бухгалтерского учета.	Аудиторная доска, комплект специализированной учебной мебели на 20 посадочных мест.	<p>- Операционная система Microsoft Windows 10 Pro.</p> <p>- Microsoft Office 2013.</p> <p>Данные программы получают обновления автоматически, в режиме установленном разработчиком (компанией Microsoft), посредством сети интернет.</p> <p>Подтверждающие документы: Акт приема-передачи неисключительного ограниченного права на лицензионное ПО № ПРСЧ-12-04326 от 18.12.2013г., №558 от 18.12.2014г., №ПРСЧ-15-01353 от 10.11.2015г., №272 от 15.04.2016г. , Microsoft Open License : 64476071 Windows 8.1 Professional и Office Professional Plus 2013; Microsoft Open License : 65966487 Windows 10 Pro, бухгалтерские документы, подтверждающие факт приобретения лицензионного ПО.</p>
Читальный зал. Кабинет 214 для самостоятельной работы студентов	<p>10 компьютеров с выходом в интернет, копировальный аппарат, комплект специализированной учебной мебели (столы, стулья) на 46 посадочных мест, книжные стеллажи для периодики, выставочные витрины, шкаф для хранения книг, выставочный стеллаж, стеллажи для хранения книжного фонда.</p> <p>Спец. рабочее место для слабовидящих: ноутбук, клавиатура Брайля, портативное устройство для чтения PEARL.</p>	<p>- Операционная система Microsoft Windows 8.1 Pro, Windows 10 Pro.</p> <p>- Microsoft Office 2013.</p> <p>Данные программы получают обновления автоматически, в режиме, установленном разработчиком (компанией Microsoft), посредством сети интернет.</p> <p>Подтверждающие документы: Акт приема-передачи неисключительного ограниченного права на лицензионное ПО № ПРСЧ-12-04326 от 18.12.2013г., №558 от 18.12.2014г., №ПРСЧ-15-01353 от 10.11.2015г., №272 от 15.04.2016г., Microsoft Open License: 64476071 Windows 8.1 Professional и Office Professional Plus 2013; Microsoft Open License: 65966487 Windows 10 Pro, бухгалтерские документы, подтверждающие факт приобретения лицензионного ПО.</p> <p>- Информационно-правовая система ""Гарант"" - договор №12135/2019 от 02.12.2019г. с автоматической пролонгацией. Обновления производятся в автоматическом режиме через сеть Интернет самим разработчиком практически ежедневно</p>

8.Оценка компетенций по изучаемой дисциплине

Для оценки компетентности рекомендуется использовать рейтинговую оценку знаний, умений и навыков студента по окончании изучения каждого Модуля в соответствии с Положением о модульно-рейтинговой системе организации образовательного процесс. Итоговая оценка (в баллах) складывается из баллов, набранных по каждому Модулю (семестровая оценка) и баллов, набранных, непосредственно на экзамене (зачете).

Расчет набранных баллов по дисциплине осуществляется в следующей последовательности:

$$C = \frac{M_1 + M_2 + \dots + M_n}{n} \times 0,6$$
, где М – количество баллов по модулю; n – количество модулей

$З = К \times 0,4$, где К - количество баллов на экзамене (зачете);

$И = С + З + П$, где П – поощрительные баллы (от 1 до 5).

Уровень сформированности компетенций и их основные признаки оцениваются по следующим таблицам:

Оценка уровня сформированности компетенции ПК-1. Способен проводить анализ экологической безопасности деятельности предприятий, проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации

№ п/п	Уровни сформированности компетенции	Основные признаки уровня	Инструменты оценки сформированности уровня
1	2	3	4
1	Пороговый уровень (как минимально допустимый) (от 60 до 70 баллов)	Знать источники промышленного загрязнения окружающей среды; способов защиты окружающей среды	Собеседование Тестирование Экзамен
2	Базовый уровень (относительно порогового уровня) (От 71 до 85 баллов)	Уметь выбирать наиболее рациональные способы защиты окружающей среды	Собеседование Тестирование Экзамен
3	Повышенный уровень (относительно порогового уровня) (От 86 до 100 баллов)	Владеть методами выбора рационального способа защиты окружающей среды.	Собеседование Тестирование Экзамен

Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины.

Студентам на первом занятии необходимо ознакомиться с Рабочей программой дисциплины, где прописаны цели, задачи и трудоемкость дисциплины. Перед началом изучения дисциплины необходимо повторить учебный материал обеспечивающих учебных дисциплин предшествующих курсов.

Затем необходимо ознакомиться с порядком изучения дисциплины, т.е. модульно-тематическим планом и пояснительной запиской с указанием этапов формирования заявленных компетенций.

И, наконец, ознакомиться с порядком оценивания результатов обучения, для чего необходимо изучить следующие документы: Положение о модульно-рейтинговой системе оценивания и Принципы оценки уровня знаний, умений и навыков (характеристика ответа).

Студент должен внимательно изучить перечень основной (дополнительной) литературы и взять необходимые учебники в библиотеке.

При сдаче модулей упор делается на выявление основных факторов, их анализ и определения путей повышения экономической эффективности, полученных в результате анализа.

При подготовке к семинарскому занятию необходимо уточнить план проведения занятий, подготовить необходимую документацию. Практические занятия проводятся после лекционного изучения темы. Решение задач и выполнение заданий, приведенных в программе учебной дисциплины обязательно.

При изучении данного курса преподавателем используются интерактивные методы обучения, что помогает эффективнее сформировать заявленные компетенции. Если занятия проводятся в малых группах, то каждая группа обеспечивается необходимой документацией. Занятие проводится в постоянном сравнении расчетов и выступлении участников команд.

В результате каждая из команд выносит на всеобщее обсуждение свои результаты и может быть оценена как со стороны преподавателя, так и со стороны студентов другой команды.

**УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«УНИВЕРСИТЕТ УПРАВЛЕНИЯ «ТИСБИ»**

Кафедра менеджмента и предпринимательства

Фонд оценочных средств
для проведения текущей и промежуточной аттестации
по дисциплине
«Промышленная экология»

направление подготовки: Экология и природопользование

профиль подготовки: Экология и глобальное управление
устойчивым развитием

Содержание

1. Паспорт фонда оценочных средств
2. Наполнение фонда оценочных средств по формам контроля
 - 2.1 Фонд оценочных средств и шкала оценивания для текущего контроля.
 - 2.1.1 Тестирование
 - 2.1.2 Собеседование
 - 2.2 Фонд оценочных средств и шкала оценивания для промежуточного контроля.
 - 2.2.1 Фонд оценочных средств для проверки знаний и умений (вопросы к экзамену)
 - 2.2.2 Фонд оценочных средств для проверки сформированности навыков

1. ПАСПОРТ ФОНДА ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

<div> <div>Формы контроля</div> <div>Формируемые компетенции</div> </div>	ПК-1.1
	Формы текущего контроля
Тестирование письменное	З1
Собеседование	З1, У1
Формы промежуточного контроля	
Экзамен	З1, У1, В1

З- знания, У- умения, В-владения

2. Наполнение фонда оценочных средств по формам контроля.

2.1 Фонд оценочных средств и шкала оценивания для текущего контроля

2.1.1. Тестирование письменное

Тестирование заключается в написании студентами тестовых вопросов по определенной теме и блоку тем, заданных преподавателем. Тестирование выполняется во время лекционного занятия и выполняется студентом с использованием собственного конспекта лекций. Студент должен составить 10 вопросов с тремя и большим количеством вариантов ответов. Данный вид работы способствует в актуализации знаний студентами по данной дисциплине.

Образец теста

1. Что является основным объектом изучения промышленной экологии?
 - а) Дикая природа без вмешательства человека
 - б) Взаимодействие промышленных предприятий и окружающей среды
 - в) Только биологические виды животных
 - г) Исключительно экономические показатели заводов

2. Как называется ядовитый газодымовой «колпак» над промышленным городом?
- а) Инверсия
 - б) Циклон
 - в) Смог
 - г) Озоновая дыра
3. Какое загрязнение считается антропогенным?
- а) Извержение вулкана
 - б) Выбросы ТЭЦ в атмосферу
 - в) Пыльная буря в пустыне
 - г) Лесной пожар от молнии
4. Что входит в экологическую оценку предприятия?
- а) Определение количества и степени опасности выбросов
 - б) Расчет только заработной платы сотрудников
 - в) Анализ рынков сбыта продукции
 - г) Оценка дизайна интерьера офиса
5. Какая процедура направлена на выявление возможных негативных воздействий проекта на экологию до начала его реализации?
- а) Экологический аудит
 - б) Экологический мониторинг
 - в) Экологическая экспертиза
 - г) Производственный контроль
6. Какой метод очистки газов основан на осаждении частиц под действием центробежной силы?
- а) Абсорбция
 - б) Фильтрация в тканевых фильтрах
 - в) Очистка в циклонах
 - г) Каталитический метод
7. К какой категории относятся отходы, которые могут быть повторно использованы в производстве?
- а) Безвозвратные потери
 - б) Вторичные материальные ресурсы (ВМР)
 - в) Токсичные отходы I класса
 - г) Бытовой мусор
8. Какой базовый принцип служит устойчивому развитию общества?
- а) Брать от природы все, что нужно сейчас
 - б) Максимизация прибыли любой ценой
 - в) Потребление ресурсов с учетом интересов будущих поколений
 - г) Полный отказ от промышленного производства

Критерии оценивания письменного тестирования

Результат	Балл
Сформулированы 10 или более вопросов с тремя и более ответами на каждый вопрос. Обозначен правильный ответ. Все вопросы и ответы сформулированы в терминах изучаемой дисциплины.	100-86
Сформулированы не менее 8 вопросов с тремя ответами на каждый вопрос. Обозначен правильный ответ. Все вопросы и ответы сформулированы в терминах изучаемой дисциплины.	85-71
Сформулированы не менее 6 вопросов с тремя или меньшим количеством ответов на каждый вопрос. Обозначен правильный ответ.	70-60
Сформулированы менее 6 вопросов с тремя или меньшим количеством ответов на каждый вопрос. Правильный ответ не обозначен. Ряд вопросов и ответов сформулированы неверно.	Менее 60

2.1.2. Собеседование

Нормативно-правовая база и ОВОС

- Что такое ПДК (предельно допустимая концентрация) и ПДВ (предельно допустимый выброс)? В чем их принципиальное различие?
- Опишите процедуру проведения ОВОС (оценки воздействия на окружающую среду).
- Какие объекты относятся к I категории по степени негативного воздействия на окружающую среду (НВОС)?
- Что такое экологическая экспертиза и в каких случаях она обязательна?

Защита атмосферы и гидросферы

- Назовите основные методы очистки газовых выбросов (абсорбция, адсорбция, каталитическое дожигание). В каких случаях применяется каждый из них?
- Чем отличается циклон от рукавного фильтра? Какой из них эффективнее для мелкодисперсной пыли?
- Классификация сточных вод предприятия и основные этапы их очистки (механическая, физико-химическая, биологическая).
- Что такое оборотное водоснабжение и почему оно приоритетно для промышленности?

Обращение с отходами

- Как классифицируются отходы по классам опасности (I–V)? Приведите примеры для каждого класса.
- В чем разница между утилизацией, обезвреживанием и захоронением отходов?

- Что такое паспорт отхода и для каких классов он обязателен?
Инженерные решения и мониторинг
- Что подразумевает концепция НДТ (наилучших доступных технологий)?
- Как организована система производственного экологического контроля (ПЭК) на предприятии?
- Что такое санитарно-защитная зона (СЗЗ) и как обосновываются ее размеры?
- Принципы построения безотходных и малоотходных производств. Глобальные тренды и менеджмент
- Что такое экологический аудит и зачем он нужен бизнесу?
- Основные требования стандарта ISO 14001 (Система экологического менеджмента).
- Что такое углеродный след предприятия и методы его снижения (декарбонизация).

Критерии оценивания собеседования

Результат	Балл
Демонстрирует полное понимание поставленного вопроса, логично и последовательно отвечает на вопрос. Дает развернутый ответ с практическими примерами	100-90
Дает полный и логически правильный ответ на вопрос, частично может сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу не может	80-89
Демонстрирует частичное понимание сути вопроса, частично может сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу	70-79
Демонстрирует частичное понимание сути вопроса, не может сформулировать примеры по рассматриваемому вопросу	60-69
Демонстрирует непонимание вопроса, отвечает с наличием грубых ошибок в ответе, либо не отвечает на вопросы	Менее 60

2.2. Фонд оценочных средств и шкала оценивания для промежуточного контроля

2.2.1. Фонд оценочных средств для проверки знаний/умений

Примерные вопросы к экзамену

1. Что именно изучает данная наука (объект) и под каким углом она это делает (предмет)?
2. В чем заключается специфика данной дисциплины по сравнению со смежными науками?
3. Какова главная цель изучения дисциплины (теоретическая и практическая)?
4. Какие основные задачи стоят перед исследователями в этой области на современном этапе?
5. Какие общенаучные методы (анализ, синтез, индукция, дедукция) применяются в данной сфере?
6. Перечислите специфические методы, характерные именно для этой науки.
7. Дайте определение базовым терминам и понятиям курса.
8. Как взаимосвязаны ключевые категории между собой?
9. Из каких разделов состоит дисциплина?
10. С какими другими науками она взаимодействует и на каких стыках возникают новые знания?
11. Основные периоды формирования научной мысли в этой области.
12. Кто из ученых внес решающий вклад в становление основ дисциплины?
13. Какую роль играет эта наука в обществе (познавательная, прогностическая, практическая функции)?
14. На каких фундаментальных принципах строится теория?
15. Какие объективные закономерности выявляет данная дисциплина?
16. Критерии качества окружающей среды: ПДК (предельно допустимая концентрация), ПДВ (выброс), ПДС (сброс).
17. Классификация загрязнителей по токсичности и агрегатному состоянию.
18. Санитарно-защитные зоны (СЗЗ): назначение, порядок установления и размеры для предприятий различных классов опасности.
19. Экологический мониторинг: виды, уровни и методы контроля состояния природной среды.
20. Классификация методов очистки газозодушных выбросов (механические, физико-химические).

21. Аппараты сухой очистки: устройство и принцип работы циклонов, пылесадительных камер.
22. Мокрая очистка газов: скрубберы (полые, насадочные, Вентури), их преимущества и недостатки.
23. Фильтрация и электроочистка: тканевые фильтры и электрофильтры (принцип работы, эффективность).
24. Методы очистки от газообразных примесей: абсорбция, адсорбция, термическое дожигание и каталитическое окисление. Механическая очистка: решетки, песколовки, отстойники, жироловушки.
25. Физико-химические методы: коагуляция, флокуляция, флотация, ионный обмен и мембранные методы (обратный осмос).
26. Биологическая очистка: аэротенки (использование активного ила) и биофильтры.
27. Обеззараживание сточных вод: хлорирование, озонирование, УФ-облучение.
28. Классификация твердых отходов производства и потребления по классам опасности.
29. Методы утилизации: термические (сжигание, пиролиз), биохимические (компостирование) и захоронение на полигонах.
30. Малоотходные и безотходные технологии: понятие, принципы создания замкнутых циклов.
31. Инженерные методы защиты почв от эрозии, засоления и химического загрязнения.
32. Методы борьбы с шумом: звукоизоляция, звукопоглощение, экранирование.
33. Защита от вибраций: виброизоляция и виброгашение.
34. Электромагнитные излучения: источники и способы коллективной и индивидуальной защиты.
35. Определение экологического менеджмента: цели, задачи и объекты.
36. История развития концепции (от «контроля на конце трубы» к экологической эффективности).
37. Принципы устойчивого развития и их связь с корпоративным управлением.
38. Серия стандартов ISO 14000: структура, назначение и ключевые элементы.
39. Отличия и сходства стандартов ISO 14001 и схемы EMAS.
40. Экологическая политика организации: требования к содержанию и порядок разработки.
41. Цикл Деминга (PDCA — Plan-Do-Check-Act) в контексте экологии.

42. Идентификация и оценка экологических аспектов: методология и значимость.
43. Целевые и плановые показатели, разработка экологических программ.
44. Управление операциями, аварийная готовность и реагирование.
45. Виды экологического аудита (внутренний, внешний, государственный, сертификационный).
46. Этапы проведения аудита: подготовка, полевой этап, отчетность.
47. Критерии аудита и требования к компетенции аудиторов.
48. Экологический мониторинг на предприятии: производственный контроль.
49. Оценка жизненного цикла продукта (LCA).
50. Экологическая маркировка и сертификация продукции.
51. Методы оценки эффективности экологического менеджмента (KPI).
52. Экономические механизмы охраны окружающей среды: налоги, платежи, льготы.
53. Экологические риски: анализ, оценка и способы страхования.
54. Законодательная база РФ (или вашей страны) в области экологического контроля.
55. Определение и цели: Дайте определение понятию «экологизация производства». Какова ее роль в обеспечении экологической безопасности и устойчивого развития?
56. Принципы: Сформулируйте основные принципы экологизации промышленного производства (комплексность, превентивность, цикличность).
57. Объекты и субъекты: Перечислите основные объекты экологизации (технологии, продукция, система управления) и субъекты (государство, предприятия, общество).
Безотходные технологии: Понятие малоотходных и безотходных технологий. Каковы критерии их эффективности?
58. Ресурсосбережение: Роль вторичных материальных ресурсов и замкнутых циклов водопользования в снижении антропогенной нагрузки.
59. Наилучшие доступные технологии (НДТ): Роль НДТ в процессе модернизации предприятий и требования к их внедрению.
60. Управление отходами: Классификация отходов производства и современные методы их утилизации, обезвреживания и захоронения.
61. Экологический менеджмент: Сущность международных стандартов серии ISO 14000 и их значение для конкурентоспособности предприятия.

- 62.Экономические механизмы: Платежи за негативное воздействие на окружающую среду, экологические налоги и льготы для «зеленого» бизнеса.
- 63.Экологический аудит: Цели, задачи и виды экологического аудита на промышленном предприятии.
- 64.Оценка жизненного цикла: Понятие оценки жизненного цикла продукции (Life Cycle Assessment) как инструмента экологизации.
- 65.Нормирование: Система экологических нормативов (ПДВ — предельно допустимые выбросы, ПДС — сбросы) и их влияние на производственную деятельность.
- 66.Государственная экспертиза: Порядок проведения государственной экологической экспертизы проектов промышленного строительства.
- 67.Ответственность: Виды ответственности за нарушение экологического законодательства в сфере производства.
- 68.Изменение климата: Меры по снижению «углеродного следа» промышленного предприятия.
- 69.Энергоэффективность: Взаимосвязь энергосбережения и экологизации производства. Альтернативные источники энергии в промышленности.

2.2.2.Фонд оценочных средств для проверки сформированности навыков

Задача 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.%.

Задача 2. Рассчитать количество сорбента, достаточное для очистки 27 м³ сточных вод, содержащих 82 мг/л ионов меди (II), если емкость сорбента 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.

Задача 3. 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^2 поверхности морской воды, если один килограмм сорбента может впитать 8 л нефти. Средняя плотность нефти 820 кг/м^3 .

Задача 4. 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.

Задача 5. При переделе руды в железный концентрат переходит 71 мас.% 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 %.

Задача 6. 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^2 – 500 кг пластмассы, 1580 кг песка, 12,5 кг красителя. Расход электроэнергии 18 кВт/ч. Производительность установки 35 м^2 черепицы в смену. Рассчитать необходимое количество материалов, отходов и электроэнергии для работы установки в течение месяца. Задача 8. 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 $8 \cdot 10^{-6} \text{ м}^3/\text{сут}$.

Задача 7. 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 %.

Задача 8. 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.

Задача 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 600-7000 С, потеря массы при этом достигает 15 %. Затем обожженную смесь измельчают совместно с добавкой 45 мас.% цемента. Определить выход вяжущего.

Задача 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. Можно ли уменьшить габариты циклонного золоуловителя, постоянно работающего в электроциклонном режиме?

Задача 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/м³, на выходе – 0,2 г/м³, а на выходе из циклона при работе его в электроциклонном режиме – 0,03 г/м³. Определить увеличение коэффициента полезного действия циклона при работе в электроциклонном режиме.

Задача 12. 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 м³ загрязненной воды в сутки, концентрацию радионуклида в очищенной воде и в сорбенте.

Задача 13. 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.

Задача 14. Производственный сток предприятия достигает 0,3 м³ /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.

Задача 15. В процессе умягчения воды осаждением в смену получают 200 м³ шлама, 15 % которого составляют твердые частицы нерастворимых солей. Плотность шлама 1500 кг/м³. 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.

Задача 16. 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.

Задача 17. Дымовые газы на выходе из печи содержат 3,1 мас.% оксида углерода (IУ). На участке между печью и дымовой трубой вводится еще 5 кг/с дымовых газов, содержащих 65 мас.% оксида углерода (IУ). Концентрация

оксида углерода (IV) на выходе из дымовой трубы составляет 8,7 мас.%. Определить расход дымовых газов на выходе из печи.

Задача 18. 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 м³/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?

Задача 19. 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.

Задача 20. В отвалах вскрышных пород и бедных забалансовых руд при реакции с атмосферными осадками происходит выщелачивание рудной составляющей. Подотвальные воды на Гайском медноколчеданном 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, [Al]=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, [Al]=500 мг/л. Рассчитать поступление шахтных вод, если поступление подотвальных вод составляет 800 тыс. м³/год. Проверить правильность покомпонентного анализа разбавленных вод.

Критерии оценки уровня усвоения знаний, умений и навыков по результатам экзамена

Характеристика ответа	Европейская оценка	Рубежные баллы	Оценка	Уровень сформированности компетенций
Дан полный, развернутый ответ на поставленный теоретический вопрос,	A	100-96	5+	Полный

показана совокупность осознанных знаний об объекте, проявляющаяся в свободном ориентировании понятиями, умении выделить существенные и несущественные его признаки, причинно-следственные связи. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Ответ формулируется в терминах науки, изложен литературным языком, логичен, доказателен, демонстрирует авторскую позицию студента. При ответе вопрос студент демонстрирует применение знаний к реальным профессиональным ситуациям, объясняет решение задачи на уровне анализа, синтеза и дает свою оценку решения проблемы. Причем студент не затрудняется с ответом при видоизменении задания и правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.				
Дан полный, развернутый ответ на поставленный теоретический вопрос, показана совокупность осознанных знаний об объекте, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Знание об объекте демонстрируется на фоне понимания его в системе данной науки и междисциплинарных связей. Умеет тесно увязывать теорию с практикой. Задача решена правильно и с обоснованием принятого решения. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. Могут быть допущены недочеты в определении понятий, исправленные студентом самостоятельно в процессе ответа.	A	95-91	5	
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, доказательно раскрыты основные положения темы; в ответе прослеживается четкая структура, логическая последовательность, отражающая сущность раскрываемых понятий, теорий, явлений. Задача решена верно, правильно обосновывает принятую методику решения задачи. Ответ изложен литературным языком в терминах науки. В	A	90-86	5-	

ответе допущены недочеты, исправленные студентом с помощью преподавателя.				
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен литературным языком в терминах науки. Студент владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Могут быть допущены недочеты или незначительные ошибки, исправленные студентом с помощью преподавателя.	B	85-81	4+	Базовый уровень сформированности компетенций
Дан полный, развернутый ответ на поставленный вопрос, показано умение выделить существенные и несущественные признаки, причинно-следственные связи. Ответ четко структурирован, логичен, изложен в терминах науки. Студент владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач. Ответы на дополнительные вопросы логичны, изложены в терминах науки, однако допущены незначительные ошибки или недочеты, исправленные студентом с помощью "наводящих" вопросов преподавателя.	C	80-76	4	
Студент демонстрирует достаточные теоретические и практические знания. Дан полный, но недостаточно последовательный ответ на поставленный вопрос, но при этом показано умение выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Ответ логичен и изложен в терминах науки. Могут быть допущены 1-2 ошибки в определении основных понятий или решении практической задачи, которые студент затрудняется исправить самостоятельно.	C	75-71	4-	
Дан недостаточно полный и развернутый ответ. Логика и последовательность изложения имеют нарушения. Допущены ошибки в раскрытии понятий, употреблении терминов. Студент не способен самостоятельно выделить существенные и несущественные признаки и причинно-следственные связи. Студент может конкретизировать обобщенные знания, доказав на примерах их основные положения только с помощью	D	70-66	3+	Пороговый уровень сформированности компетенций

преподавателя. Речевое оформление требует поправок, коррекции. Студент испытывает затруднения при выполнении практической задачи и не может связать теорию с практикой.				
Дан неполный ответ, логика и последовательность изложения имеют существенные нарушения. Допущены грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, теорий, явлений, вследствие непонимания студентом их существенных и несущественных признаков и связей. В ответе отсутствуют выводы. Умение раскрыть конкретные проявления обобщенных знаний не показано. Испытывает затруднения при выполнении практических задач. Речевое оформление требует поправок, коррекции.	E	65-61	3	
Дан неполный ответ. Присутствует нелогичность изложения. Студент затрудняется с доказательностью. Масса существенных ошибок в определениях терминов, понятий, характеристике фактов, явлений. В ответе отсутствуют выводы. Речь неграмотна. При ответе на дополнительные вопросы студент начинает понимать связь между знаниями только после подсказки преподавателя	E	60	3-	
Студент испытывает значительные трудности в ответе на вопросы. Присутствует масса существенных ошибок в определениях терминов, понятий, характеристике фактов, явлений теории управления. Речь неграмотна. На дополнительные вопросы студент не отвечает. Задача не решена	F	Менее 60	2	Компетенции не сформированы