

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института
Ястребинский Р.Н.
«15» мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Теоретические основы защиты окружающей среды

направление подготовки:

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность программы:

Инженерная защита окружающей среды

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

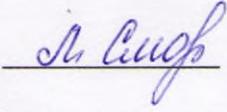
Институт: химико-технологический

Кафедра Промышленной экологии

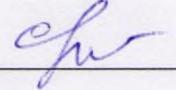
Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

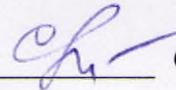
- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации № 680 от 25 мая 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. хим. наук, доц.  Л.М. Смоленская

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Промышленной экологии «13» мая 2021 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  С.В. Свергузова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:
Промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф.  С.В. Свергузова

«14» мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

«15» мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доц.  Л.А. Порожнюк

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**
(БГТУ им. В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института

_____ Ястребинский Р.Н.

«15» мая 2021 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Теоретические основы защиты окружающей среды

направление подготовки:

20.03.01 Техносферная безопасность

Направленность программы:

Инженерная защита окружающей среды

Квалификация

Бакалавр

Форма обучения

очная

Институт: химико-технологический

Кафедра Промышленной экологии

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 20.03.01 Техносферная безопасность, утвержденного Министерством науки и высшего образования Российской Федерации № 680 от 25 мая 2020 г.
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. хим. наук, доц. _____ Л.М. Смоленская

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры Промышленной экологии «13» мая 2021 г., протокол № 10

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф. _____ С.В. Свергузова

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой:
Промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, проф. _____ С.В. Свергузова

«14» мая 2021 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

«15» мая 2021 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доц. _____ Л.А. Порожнюк

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	ПК-2.1. Подготавливает информацию для проведения оценки воздействия на окружающую среду при расширении, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: основные физико-химические законы очистки аэрозолей, коллоидных систем и сточных вод; основные физико-химические процессы, лежащие в основе утилизации твердых промышленных отходов; диффузионные процессы, протекающие в атмосфере и гидросфере. Уметь: объяснить с научной точки зрения явления, процессы, протекающие при очистке газовых выбросов в атмосфере, сточных вод в гидросфере и твердых отходов в литосфере; правильно выбрать метод и способ очистки атмосферы, гидросферы, литосферы при выбросе и сбросе в них промышленных отходов; проводить оценку основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды Владеть: базовыми знаниями о физико-химических процессах, лежащих в основе очистки отходящих газов, сточных вод и утилизации твердых отходов

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-2 Способен проводить экологический анализ проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Теоретические основы защиты окружающей среды
2	Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС) и экологическая экспертиза
3	Инженерная защита в гидротехническом строительстве и водном хозяйстве
4	Расчет и проектирование природоохранного оборудования
5	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
6	Производственная преддипломная практика
7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зач. единиц, 108 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 2 часа

Форма промежуточной аттестации зачет

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 5
Общая трудоемкость дисциплины, час	108	108
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	53	53
лекции	34	34
лабораторные		
практические	17	17
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	2	2
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	55	55
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	37	37
Зачет		

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 3 Семестр 5

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Основные характеристики пыле-газовых загрязнителей воздуха					
	Аэрозоли и их свойства. Общая характеристика, классификация и основные свойства аэрозолей. Коагуляция аэрозолей. Термо- и фотофорез.	2			1
2. Физико-химические основы очистки воздуха от аэрозолей					
	Основные закономерности движения и осаждения аэрозольных частиц. Законы осаждения Ньютона и Стокса. Осаждение под действием центробежной силы. Инерционное осаждение. Осаждение частиц пыли в электрическом поле. Фильтрация через пористые материалы. Мокрая очистка.	2	2		3

3. Абсорбция и адсорбция газовых примесей					
	Виды абсорбции. Основные закономерности абсорбции. Материальный баланс процесса абсорбции. Кинетика абсорбции. Требования к абсорбенту. Десорбция жидких поглотителей. Физическая и химическая адсорбция. Влияние на адсорбцию «твердое тело–газ» различных факторов. Виды и свойства адсорбентов. Время защитного действия слоя адсорбента. Десорбция адсорбентов.	4	2		4
4. Деструкционные и конденсационные методы очистки газов					
	Физико-химические основы каталитических методов очистки газовых выбросов, высокотемпературного обезвреживания газов, конденсационной очистки газов от летучих примесей.	2	2		1
5. Физико-химические основы защиты гидросферы от промышленных загрязнений					
	Основные свойства водных дисперсных систем. Классификация водных дисперсных систем по фазовому составу и дисперсности примесей. Эмульсии, суспензии, взвеси и пены. Агрегативная устойчивость пен. Свойства сточных вод как дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Диффузия в истинных растворах и коллоидных системах. Закон Фика	2			3
6. Механические способы очистки сточных вод					
	Материальный баланс процессов механического разделения сточных вод от примесей. Удаление взвешенных частиц из сточных вод. Скорость свободного и стесненного осаждения частиц. Удаление всплывающих примесей и скорость подъема частиц. Влияние гидродинамических, объемных и физических факторов на процессы отстаивания. Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил. Фактор разделения. Способы создания перепада давлений в фильтрах. Виды фильтрования по способу образования осадка. Фильтрование с помощью вспомогательных веществ. Основное уравнение фильтрования. Очистка сточных вод на фильтрах с зернистой перегородкой. Структурно-геометрические характеристики пористых сред. Механизмы извлечения частиц из воды на фильтрах с зернистой перегородкой. Кинетика и материальный баланс фильтрования. Центробежное фильтрование. Периоды процесса центробежного фильтрования. Уравнение центробежного фильтрования	2	2		3
7. Коагуляция, флокуляция, флотация, пенная сепарация					
	Механизм коагуляции. Двойной электрический слой. Электрокинетический потенциал. Вещества-коагулянты. Скорость коагуляции. Размер, плотность и прочность скоагулированных хлопьев загрязнений. Сущность и механизм флокуляции. Вещества-флокулянты. Эффективность флокулянтов. Основные стадии коагуляции и флокуляции. Механизм акта флотации. Флоторагенты. Свойства флотационной среды. Кинетика флотации. Способы флотационной обработки сточных вод. Коэффициент распределения. Кинетика и эффективность извлечения поверхностно-активных веществ (ПАВ). Скорость разрушения пенного слоя. Деструктивное извлечение ПАВ.	2	2		3
8. Очистка сточных вод адсорбцией и ионообменным методом					
	Адсорбенты. Изотерма адсорбции. Сущность ионного обмена. Катиониты, аниониты, амфотерные иониты. Поглотительная емкость ионитов: полная, статическая и динамическая обменные емкости. Основы процесса ионного обмена. Коэффициенты распределения ионов и селективности ионита. Регенерация адсорбентов	4	2		5
9. Мембранные процессы (обратный осмос и ультрафильтрация). Очистка сточных вод экстракцией загрязнений					
	Движущая сила мембранных процессов. Характеристики процесса мембранного разделения: селективность и проницаемость. Механизм переноса вещества при обратном осмосе. Влияние параметров и	2	2		3

	условий процесса на скорость мембранного разделения. Стадии процесса экстракции. Динамическое равновесие при экстракции. Коэффициент распределения. Материальный баланс экстракции. Уравнение рабочей линии процесса. Регенерация экстракта и очистка рафината. Основные схемы процесса экстракции.				
10. Электрохимические методы очистки сточных вод					
	Основные факторы электрохимических процессов. Анодное окисление и катодное восстановление. Электрокоагуляция с использованием нерастворимых и растворимых электродов. Факторы, влияющие на электрокоагуляцию. Механизм электрофлотации и параметры процесса. Применяемые типы электрохимических мембран в процессах электродиализа.	2			1
11. Химическая очистка сточных вод					
	Назначение, типы реагентов, применяемые в очистке сточных вод. Существующие методы химической очистки сточных вод	2			1
12. Биологическая очистка сточных вод					
	Особенности, закономерности процесса. Активный ил и биопленка, их составляющие. Механизм биохимического распада органических веществ. Анаэробные методы биохимической очистки.	2	2		4
13. Термические методы очистки сточных вод. Дезодорации и дегазации сточных вод. Обработка осадков сточных вод					
	Концентрирование сточных вод: выпаривание и вымораживание. Кристаллизация концентрированных растворов. Термоокислительные методы обезвреживания органических примесей в сточных водах. Жидкофазное и парофазное каталитическое окисление. Огневой метод обезвреживания сточных вод. Дезодорации и дегазации сточных вод. Сущность и назначение. Обработка осадков сточных вод. Уплотнение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, ликвидация осадков	2			1
14. Физико-химические основы получения, обработки и утилизации твердых отходов					
	Вторичные материальные процессы, безотходная технологическая система. Сбор, переработка и ликвидация твердых и жидких отходов. Переработка твердых отходов. Механические способы переработки. Методы обогащения перерабатываемых материалов. Физико-химическое выделение компонентов из твердых отходов. Термическая обработка твердых и жидких отходов: пиролиз, переплав, обжиг, огневое обезвреживание, высокотемпературная агломерация Газификация органических продуктов.	2	1		3
15. Теоретические основы защиты окружающей среды от энергетических воздействий					
	Теоретические основы защиты окружающей среды от энергетических воздействий. Принцип экранирования, поглощения и подавления в источнике	2			1
	ИТОГО	34	17		37

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во лекц. часов	К-во часов СРС
семестр № 2				
1	Физико-химические основы очистки воздуха от аэрозолей	Расчет процессов гравитационного разделения гетерогенных систем.	2	2
2	Абсорбция и адсорбция газовых примесей	Расчет процессов абсорбции. Расчет процессов адсорбции.	2	2

3	Деструкционные и конденсационные методы очистки газов	Каталитическое окисление паров пропилового спирта в вентиляционных газах	2	2
4	Физико-химические основы защиты гидросферы от промышленных загрязнений	Расчет основных показателей дисперсных систем	2	2
5	Коагуляция, флокуляция, флотация, пенная сепарация	Расчет необходимого количества коагулянта и флокулянта. Составление схем очистки вод	2	2
6	Очистка сточных вод адсорбцией и ионообменным методом	Построение изотермы адсорбции. Определение поглотительной емкости ионитов. Расчет коэффициентов распределения ионов и селективности ионита	2	2
7	Мембранные процессы (обратный осмос и ультрафильтрация). Очистка сточных вод экстракцией загрязнений	Расчет мембранных процессов. Расчет коэффициента распределения и материального баланса экстракции. Составление схем процесса экстракции.	2	2
8	Биологическая очистка сточных вод	Расчет параметров биологической очистки	2	2
9	Физико-химические основы получения, обработки и утилизации твердых отходов	Расчет материального баланса движения отходов	1	1
ИТОГО:			17	17

4.3. Содержание лабораторных занятий

Лабораторные работы учебным планом не предусмотрены

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

В процессе выполнения РГЗ осуществляется контактная работа с обучающимся посредством очных консультаций или электронной информационно-образовательной среды.

Целью расчетно-графического задания (РГЗ) является закрепление знаний и умений, полученных на практическом занятии, отработке навыков, усвоении нового материала.

РГЗ содержит краткое теоретическое обоснование, условие задачи, расчетные формулы и пояснения к ним, ход решения, краткие выводы по полученным результатам, библиографический список.

Тема РГЗ: «Расчет локальных средств защиты окружающей среды».

Структура РГЗ:

1. Идентификация неизвестного вещества
2. Очистка вентиляционных газов от загрязняющего вещества методом каталитического окисления.
3. Адсорбционная очистка вентиляционных газов от загрязняющего вещества.

4. Абсорбционная очистка вентиляционных газов от загрязняющих веществ
5. Мембранное разделение водного раствора пропилового спирта.
6. Биологическая очистка растворов от органических веществ.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция ПК-2 Способен проводить экологический анализ проектов расширения, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Подготавливает информацию для проведения оценки воздействия на окружающую среду при расширении, реконструкции, модернизации действующих производств, создаваемых новых технологий и оборудования в организации	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Устный опрос, Зачет

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Основные характеристики пыле-газовых загрязнителей воздуха	Источники загрязнения атмосферного воздуха. Характеристика основных загрязнителей воздуха. Перенос тепла, импульса и массы в многокомпонентных системах. Аэрозоли и их свойства. Общая характеристика, классификация и основные свойства аэрозолей. Коагуляция аэрозолей. Термо- и фотофорез.
2	Физико-химические основы очистки воздуха от аэрозолей	Основные методы очистки газов от аэрозолей. Основные закономерности движения и осаждения пыли. Осаждение пыли в поле сил тяжести и в центробежном поле. Осаждение частиц пыли в электрическом поле. Фильтрация газов через пористые материалы. Процессы мокрой очистки газов.
3	Абсорбция и адсорбция газовых примесей	Виды абсорбции. Основные закономерности абсорбции. Материальный баланс процесса абсорбции. Кинетика абсорбции. Требования к абсорбенту. Физическая и химическая адсорбция. Влияние на адсорбцию «твердое тело–газ» различных факторов. Виды и свойства адсорбентов. Время защитного действия слоя адсорбента. Десорбция сорбентов.
4	Деструкционные и конденсационные методы очистки газов	Конденсационная очистка газов от летучих примесей. Каталитическая очистка газов. Термическое обезвреживание газовых выбросов.

5	Физико-химические основы защиты гидросферы от промышленных загрязнений	<p>Основные свойства водных дисперсных систем. Классификация водных дисперсных систем по фазовому составу и дисперсности примесей. Эмульсии, суспензии, взвеси и пены. Агрегативная устойчивость пен. Свойства сточных вод как дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Диффузия в истинных растворах и коллоидных системах.</p>
6	Механические способы очистки сточных вод	<p>Закономерности процесса гравитационного отстаивания сточных вод. Центробежное осаждения примесей. Материальный баланс процессов механической очистки сточных вод. Очистка сточных вод фильтрованием. Способы создания перепада давлений в жидкостных фильтрах. Основное уравнение фильтрования и его разновидности. Очистка сточных вод в зернистых фильтрах. Механизмы очистки сточных вод от примесей в зернистых фильтрах. Процесс центробежного фильтрования сточных вод.</p>
7	Коагуляция, флокуляция, флотация, пенная сепарация	<p>Механизм коагуляции примесей в сточных водах. Электрокинетические явления при коагуляции. Вещества-коагулянты и их свойства. Процесс флокуляции примесей в сточных водах. Вещества-флокулянты и их свойства. Основные стадии процессов коагуляции и флокуляции. Область применения флотационной очистки сточных вод. Механизм флотационных процессов. Применение флотореагентов при флотации. Кинетика флотации. Способы флотационной обработки сточных вод. Очистка сточных вод пенной сепарацией. Кинетика извлечения из сточных вод поверхностно-активных веществ.</p>
8	Очистка сточных вод адсорбцией и ионообменным методом	<p>Область применения и виды адсорбционной очистки сточных вод. Основы процесса жидкостной адсорбции. Скорость процесса адсорбции. Совместная адсорбция веществ. Статическая и динамическая адсорбция. Сущность метода ионообменной очистки сточных вод. Виды и типы ионитов. Характеристики поглотительной способности ионитов. Структура и свойства ионообменных смол. Реакции и стадии ионного обмена. Специфическая адсорбция. Характеристики процесса ионного обмена (равновесие, коэффициенты распределения и селективности). Регенерация ионитов.</p>
9	Мембранные процессы (обратный осмос и ультрафильтрация). Очистка сточных вод экстракцией загрязнений	<p>Область применения и стадии процесса экстракции. Требования, предъявляемые к экстрагенту. Равновесие при экстракции. Материальный баланс и уравнение рабочей линии при экстракции. Схемы проведения экстракции. Очистка сточных вод обратным осмосом и ультрафильтрацией. Движущая сила мембранных процессов. Механизм переноса вещества при обратном осмосе. Основные характеристики мембранных процессов (селективность и проницаемость).</p>

		Требования, предъявляемые к осмотическим и ультрафильтрационным мембранам.
10	Электрохимические методы очистки сточных вод	Анодное окисление и катодное восстановление в электрохимических процессах. Электрокоагуляция с использованием нерастворимых и растворимых электродов. Механизм электрофлотации и параметры процесса. Механизм процесса электродиализа. Типы электрохимических мембран. Параметры процесса электродиализа.
11	Химическая очистка сточных вод	Химические методы очистки сточных вод. Способы нейтрализации сточных вод. Методы окисления и восстановления при очистке сточных вод. Удаление ионов тяжелых металлов из растворов. Реагентные методы очистки.
12	Биологическая очистка сточных вод	Методы и основные показатели биохимической очистки сточных вод. Закономерности биохимической деструкции органических веществ. Анаэробные методы биохимической очистки и основные параметры процесса брожения. Методы обработки осадков при биохимической очистке. Регенерация активного ила. Термические методы обработки сточных вод.
13	Термические методы очистки сточных вод. Дезодорации и дегазации сточных вод. Обработка осадков сточных вод	Концентрирование сточных вод: выпаривание и вымораживание. Кристаллизация концентрированных растворов. Термоокислительные методы обезвреживания органических примесей в сточных водах. Жидкофазное и парофазное каталитическое окисление. Огневой метод обезвреживания сточных вод. Дезодорации и дегазации сточных вод. Сущность и назначение. Обработка осадков сточных вод. Уплотнение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, ликвидация осадков
14	Физико-химические основы получения, обработки и утилизации твердых отходов	Вторичные материальные процессы, безотходная технологическая система. Сбор, переработка и ликвидация твердых и жидких отходов. Переработка твердых отходов. Методы обогащения перерабатываемых материалов. Физико-химическое выделение компонентов из твердых отходов. Термическая обработка твердых и жидких отходов: пиролиз, переплав, обжиг, огневое обезвреживание, высокотемпературная агломерация Газификация органических продуктов.
15	Теоретические основы защиты окружающей среды от энергетических воздействий	Теоретические основы защиты окружающей среды от энергетических воздействий. Принцип экранирования, поглощения и подавления в источнике

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ курсовой работы

Курсовая работа учебным планом не предусмотрена

5.3. Типовые контрольные задания (материалы) для текущего контроля в семестре

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме выполнения практических заданий, тестовых контрольных работ.

Практические задания.

Практические занятия предусматривают решение задач. По указанию преподавателя определенные задания выносятся для самостоятельного индивидуального решения.

Защита выполненных заданий проводится в виде собеседования по контрольным вопросам, перечень которых приведен по разделам.

№	Тема практического задания	Контрольные вопросы
1	Расчет процессов гравитационного разделения гетерогенных систем.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация аэрозолей. 2. Виды аэрозолей. 3. Свойства аэрозолей. 4. Классификация методов очистки воздуха от аэрозолей 5. Особенности сухих и мокрых методов очистки
2	Расчет процессов абсорбции. Расчет процессов адсорбции.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Особенности абсорбционных процессов 2. Виды абсорбентов и механизм их действия. 3. Особенности адсорбционных процессов. 4. Виды адсорбентов и механизм их действия. 5. Десорбция. Регенерация сорбентов.
3	Каталитическое окисление паров пропилового спирта в вентиляционных газах	<ol style="list-style-type: none"> 1. Механизм действия катализатора. 2. Влияние температуры на окислительные процессы в газовой среде 3. Термокаталитическое окисление. Влияние катализатора на энергосбережение. 4. Особенности протекания процесса конденсации
4	Расчет основных показателей дисперсных систем	<ol style="list-style-type: none"> 1. Природные и сточные воды как дисперсные системы. 2. Виды дисперсных систем. 3. Свойства дисперсных систем. 4. Гидрофобные и гидрофильные частицы 5. Особенности образования и устойчивости суспензий, эмульсий и пены. 6. Коалесценция. Особенности протекания.
5	Расчет необходимого количества коагулянта и флокулянта. Составление схем очистки вод	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность процесса коагуляции. Виды коагулянтов. Механизм коагуляции 2. Пептизация. Динамическое равновесие. 3. Коагуляция в лиофильных и лиофобных системах. 4. Разновидности процесса коагуляции. Стадии коагуляции. 5. Сущность процесса флокуляции. Виды флокулянтов. Механизм флокуляции. Кинетические закономерности флокуляции. Фактор замедления флокуляции. 6. Сущность процесса флотации. Механизм элементарного акта флотации. 7. Условия взаимодействия твердой частицы и пузырька. Условия протекания флотации. Виды флотореагентов, особенности их использования. 8. Особенности пенной сепарации.

6	<p>Построение изотермы адсорбции. Определение поглотительной емкости ионитов. Расчет коэффициентов распределения ионов и селективности ионита</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Отличительная особенность адсорбции из растворов от газовой адсорбции. 2. Особенности адсорбции поверхностно-активных веществ и красителей. 3. Классификация и характеристики изотерм адсорбции. Уравнение Гиббса. 4. Положительная и отрицательная адсорбция. 5. Движущая сила адсорбции из растворов. Энергетическая характеристика адсорбции. 6. Особенности физической адсорбции органических веществ и электролитов. 7. Специфика ионообменной адсорбции. Типы ионообменных адсорбентов (ионитов). 8. Механизмы взаимодействия ионитов с поглощаемыми ионами. 9. Типы химических связей, реализуемые при контакте ионитов с ионами металлов. 10. Изотерма Штерна-Ленгмюра. Коэффициент распределения. Лиотропные ряды. 11. Виды емкости ионитов. Термодинамическая постоянная ионного обмена. 12. Мономолекулярная и полималекулярная адсорбция из растворов.
7	<p>Расчет мембранных процессов. Расчет коэффициента распределения и материального баланса экстракции. Составление схем процесса экстракции.</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность процесса экстракции. Стадии экстракции. 2. Механизм процесса экстракции. Законы диффузии в экстракции. 3. Движущая сила, материальный баланс и массообмен в экстракции. 4. Классификация экстракции по виду процесса. 5. Классификация экстракции по типу используемого экстрагента. 6. Сущность мембранных процессов разделения. 7. Особенности осмотических явлений. Понятие осмотического давления. 8. Назначение баромембранных процессов. 9. Условия возникновения обратного осмоса. 10. Параметры, влияющие на селективность и проницаемость мембран. 11. Особенности ультрафильтрации и микрофильтрации, диализа.
8	<p>Расчет параметров биологической очистки</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Сущность биологической очистки. 2. Составляющие активного ила. 3. Аэробные и анаэробные организмы активного ила. 4. Компоненты активного ила. Показатель качества активного ила. 5. Особенности образования хлопьев активного ила. 6. Условия возникновения биопленки. 7. Стадии развития биопленки. 8. Анаэробные процессы в биологической очистке сточных вод. 9. Виды сооружений, применяемые для биологической очистки. 10. Сбраживание осадков сточных вод. Особенности мезофильного и термофильного сбраживания.
9	<p>Расчет материального баланса движения отходов</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Классификация отходов. 2. ФККО, его назначение. 3. Методы переработки твердых отходов 4. Методы обогащения перерабатываемых материалов 5. Реагентная и термическая обработка отходов

Тестовые контрольные работы. В ходе изучения дисциплины предусмотрено выполнение 2-х контрольных работ. Контрольные работы проводятся после освоения студентами учебных разделов дисциплины: 1-я контрольная работа – 1 аттестационная неделя, 2-я контрольная работа – 2 аттестационная неделя семестра согласно графику учебного процесса. Контрольная работа выполняются студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Тест включает 15 вопросов. Продолжительность контрольной работы 30 минут.

Типовые тестовые задания

1. Адсорбатором называют:

- а) твердое тело, на котором происходит поглощение
- б) вещество, молекулы которого могут адсорбироваться
- в) уже адсорбированное вещество

2. Какой вид имеет уравнение изотермы адсорбции.

- а) $A = \varphi(p)_T$
- б) $T = \psi(A)_p$
- в) $p = \xi(T)_A$

3. Какая теория адсорбции характеризуется следующим положением «Поверхность адсорбента однородна, т.е. на ней нет активных центров; адсорбционные силы образуют непрерывное силовое поле вблизи поверхности адсорбента».

- а) Теория мономолекулярной адсорбции Ленгмюра
- б) Теория полимолекулярной адсорбции БЭТ
- в) Теория полимолекулярной адсорбции Поляни
- г) Теория полимолекулярной адсорбции Фрейндлиха

4. В каких случаях происходит градиентная коагуляция.

- а) в результате броуновского движения
- б) перемешивания среды
- в) в результате направленного перемещения частиц

5. Какое из перечисленных соединений не является флокулянт.

- а) полиакриламид
- б) активная кремниевая кислота
- в) желатин
- г) ПАВ

6. Какими параметрами определяется работа адгезии между частицей и газовым пузырьком при флотации.

- а) поверхностным натяжением на границе жидкость-газ и углом смачивания частицы
- б) поверхностным натяжением на границе жидкость-твердое тело и углом смачивания частицы
- в) поверхностным натяжением на границе твердое тело-газ и углом смачивания частицы

7. Какое условие характерно для полного смачивания жидкостью поверхности.

- а) $180^\circ > \theta_0 > 90^\circ$
- б) $90^\circ > \theta_0 > 0^\circ$
- в) капля растекается в тонкую пленку

8. К активаторам флотации относятся вещества:

- а) способствующие образованию устойчивых пузырьков и пены в пульпе
- б) повышающие краевой угол θ
- в) вещества, способствующие закреплению собирателя на поверхности минерала
- г) препятствуют закреплению собирателя на поверхности минерала

9. К какому виду относится флотация, при которой жидкость, содержащая твердые частицы, насыщается газом, который при понижении давления выделяется из нее в виде мелких пузырьков на поверхности гидрофобных частиц.

- а) пенная
- б) вакуумная
- в) флотогравитация
- г) масляная

10. Рафинатом называют раствор:

- а) извлекаемого вещества в экстрагенте
- б) остаток исходного раствора или твердого вещества
- в) коллоидный раствор

11. При каком типе адсорбции регенерация адсорбента осуществляется при помощи острого пара.

- а) физическая адсорбция;
- б) ионный обмен;
- в) комплексообразование

12. Движущей силой процесса адсорбции из водных растворов является:

- а) разность давлений
- б) градиент химического потенциала адсорбата
- в) равновесная концентрация адсорбата

13. Какие виды ионитов способны к катионному обмену.

- а) катиониты
- б) аниониты
- в) комплекситы

14. От каких параметров зависит величина полной обменной емкости ионитов.

- а) концентрации обмениваемого иона
- б) природы обмениваемого иона
- в) числа функциональных групп

15. Как называется фаза, прошедшая через мембрану в мембранных процессах разделения.

- а) пермеатом
- б) концентратом
- в) экстрагентом

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

Критерии оценивания практических заданий

Форма оценки	Критерии оценивания
зачтено	Практическое задание выполнено полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при расчетах, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения при составлении отчета, представляет полные и развернутые ответы на основные и дополнительные вопросы.
не зачтено	Практическое задание выполнено не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

Критерии оценивания тестовых заданий

«зачтено» – 75-100 % правильных ответов

«не зачтено» – менее 75% правильных ответов

Критерии оценки знаний студентов на зачете

Форма оценки	Критерии оценивания
зачтено	прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов. Обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на семинарских занятиях.
не зачтено	не справился с 50% вопросов и заданий билета, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития, содержания дисциплины в целом у студента нет.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий, основных физико-химических законов характеризующих процессы очистки
	Знание свойств аэрозолей и сточных вод как дисперсных систем; методов очистки сточных вод, процессов обеззараживания, дезодорирования и термического обезвреживания природных и сточных вод, способы переработки отходов
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение объяснить явления и процессы, протекающие при обезвреживании газоздушных выбросов и сточных вод; правильно выбрать метод очистки; проводить оценку основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды
	Умение решать типовые практические задания
	Умение анализировать полученные результаты и делать аргументированные выводы
Навыки	Использует стандартные и нестандартные методы при расчете показателей эффективности обезвреживания загрязнений
	Самостоятельно обосновывает, анализирует, сравнивает и оценивает полученные результаты расчетов

Оценка преподавателем выставляется интегрально с учётом всех показателей и критериев оценивания.

Оценка сформированности компетенций по показателю Знания.

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Знание терминов, определений, понятий, основных физико-химических законов характеризующих процессы очистки	Недостаточный уровень знаний терминов, определений, понятий, законов. Не отвечает на дополнительные вопросы	Знает термины и определения, законы, механизмы. Отвечает на большинство дополнительных вопросов
Знание свойств аэрозолей и сточных вод как дисперсных систем; методов очистки сточных вод, процессов обеззараживания, дезодорирования и термического обезвреживания природных и сточных вод, способы переработки отходов	Не знает свойства сточных вод как дисперсных систем; механические, химические, физико-химические и биологические методы очистки сточных вод, процессы обеззараживания, дезодорирования и термического обезвреживания природных и сточных вод	Знает свойства сточных вод как дисперсных систем; механические, химические, физико-химические и биологические методы очистки сточных вод, процессы обеззараживания, дезодорирования и термического обезвреживания природных и сточных вод
Объем освоенного материала	Не знает значительной части материала дисциплины	Знает материал дисциплины в достаточном объеме
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Грамотно и по существу излагает знания

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Умение объяснить явления и процессы, протекающие при обезвреживании газовоздушных выбросов и сточных вод; правильно выбрать метод очистки; проводить оценку основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	Не умеет объяснить явления и процессы, протекающие при обезвреживании газовоздушных выбросов и сточных вод; правильно выбрать метод очистки; проводить оценку основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	Правильно объясняет явления и процессы, протекающие при обезвреживании газовоздушных выбросов и сточных вод; правильно выбрать метод очистки; проводить оценку основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды
Умение решать типовые практические задания	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении практических задач.	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий.
Умение анализировать полученные результаты и делать аргументированные выводы	Не способен сформулировать и обосновать выводы по работе.	Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам

Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки»

Критерий	Уровень освоения и оценка	
	не зачтено	зачтено
Использует стандартные и нестандартные методы при расчете показателей эффективности обезвреживания загрязнений	Не использует стандартные и нестандартные методы при расчете показателей эффективности обезвреживания загрязнений	Обладает навыками при выполнении заданий и решения стандартных задач. Не испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения сложных задач
Самостоятельно обосновывает, анализирует, сравнивает и оценивает полученные результаты расчетов	Не может самостоятельно обосновывать, анализировать, сравнивать и оценивать полученные результаты расчетов	Самостоятельно обосновывает, анализирует, сравнивает и оценивает полученные результаты расчетов

6. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

6.1. Материально-техническое обеспечение

№	Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы
1	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы № 303	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки, № 302	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
3	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, самостоятельной работы УК №2, № 422	Специализированная мебель. Проектор, компьютер, автоматизированный экран, магнитно-меловая доска
4	Методический кабинет УК2 416	Специализированная мебель; мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук

6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
1	Microsoft Windows 10 Корпоративная	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023). Договор поставки ПО 0326100004117000038-0003147-01 от 06.10.2017
2	Microsoft Office Professional Plus 2016	Соглашение Microsoft Open Value Subscription V 6328633. Соглашение действительно с 02.10.2017 по 31.10.2023
3	Kaspersky Endpoint Security «Стандартный Russian Edition»	Сублицензионный договор № 102 от 24.05.2018. Срок действия лицензии до 19.08.2020 Гражданско-правовой Договор (Контракт) № 27782 «Поставка продления права пользования (лицензии) KasperskyEndpointSecurity от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2022г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения

6.3. Перечень учебных изданий и учебно-методических материалов

1. Смоленская Л.М. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие / Л.М. Смоленская, Л.И. Черныш. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2010. – 279 с.
2. Гребенников С.Ф. Теоретические основы расчета локальных средств защиты окружающей среды / С.Ф. Гребенников, Г.К. Ивахнюк, А.Т. Кынин. – СПб.: Изд-во «Иван Федоров». 2004. – 208 с.
3. Ветошкин А. Г. Теоретические основы защиты окружающей среды: учебное пособие / А.Г. Ветошкин. - М.: Высшая школа, 2008. - 398 с.
4. Фридланд С.В. Промышленная экология. Основы инженерных расчетов : учебное пособие / С.В. Фридланд. - М. : КолосС, 2008. - 176 с.

6.4. Перечень интернет ресурсов, профессиональных баз данных, информационно-справочных систем

Интернет-ресурсы государственных природоохранных органов и учреждений

1. Компьютерная справочная правовая система <http://www.consultant.ru/>
2. Официальный интернет-портал правовой информации <http://publication.pravo.gov.ru/Document/>
3. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации <http://www.mnr.gov.ru>
4. Федеральное агентство водных ресурсов Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации <http://voda.mnr.gov.ru>
5. Федеральная служба по надзору в сфере природопользования Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации <http://control.mnr.gov.ru>
6. Федеральная служба по экологическому, технологическому и атомному надзору (Ростехнадзор) <http://www.gosnadzor.ru/>
7. Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет) www.meteorf.ru

Интернет - ресурсы общественных экологических организаций

1. Комиссия Общественной Палаты Российской Федерации по экологии и охране окружающей среды https://oprfr.ru/structure_list/79
2. «Зеленая Россия» Общероссийское экологическое общественное движение <http://genyborka.ru/>
3. ЮНЕПКОМ Российский национальный комитет содействия Программе ООН по окружающей среде <http://www.unepcom.ru>
4. Центр экологической политики и культуры Общероссийская общественная организация <http://www.ecologyandculture.ru/>
5. Всемирный фонд охраны дикой природы в России (WWF) Международная общественная благотворительная организация в России <http://www.wwf.ru>
6. Российский Зеленый крест Межрегиональная экологическая общественная организация <http://www.green-cross.ru>
7. Всероссийское общество охраны природы Общероссийская общественная организация <http://voop-rf.ru/>
8. ЭКА Межрегиональная экологическая общественная организация <https://ecamir.ru/>

Экологические информационные сайты и порталы

1. Особо охраняемые природные территории Российской Федерации. <http://www.zapoved.ru>
2. Антиатом.ру. Безопасность и экология <http://www.antiatom.ru>

Электронные версии журналов и газет экологической тематики

1. «Альтернативная энергетика и экология» - Международный научный журнал
<http://isjaee.hydrogen.ru>
2. «География и природные ресурсы» - журнал.
<http://www.izdatgeo.ru/index.php?action=journal&id=3>
3. Доклады по экологическому почвоведению – электронный научный журнал
<http://jess.msu.ru>

7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

Рабочая программа утверждена на 20____ /20____ учебный год
без изменений / с изменениями, дополнениями

Протокол № _____ заседания кафедры от «____» _____ 20____ г.

Заведующий кафедрой _____
подпись, ФИО

Директор института _____
подпись, ФИО