

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

СОГЛАСОВАНО
Директор института
магистратуры

Ярмоленко И.В.
«15» мая 2021 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор химико-технологического
института

Ястребинский Р.Н.
«15» мая 2021 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Современные технологии очистки сточных вод

направление подготовки (специальность):

20.04.02 Природообустройство и водопользование

Направленность программы (профиль, специализация):

Водопользование и очистка сточных вод жилищно-коммунального
хозяйства и промышленных предприятий

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Институт: химико-технологический
Кафедра промышленной экологии

Белгород 2021

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 20.04.02 Природообустройство и водопользование, утвержденного приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 26 мая 2020 года № 686
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2021 году.

Составитель: канд. хим. наук, доц. Л.М. Смоленская
(инициалы, фамилия)

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
Универсальные компетенции	УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий	УК-1.1. Применяет методы системного и критического анализа, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: мероприятия и методы по защите человека в техносфере Уметь: реализовывать на практике известные мероприятия по защите человека в техносфере Владеть: навыками применения методов и мероприятий по защите человека в техносфере
		УК-1.2. Использует методологию системного и критического анализа проблемных ситуаций; методики постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	Знать: Химические и физико-химические свойства природных и сточных вод; основные физико-химические законы очистки природных и сточных вод. Уметь: обоснованно выбирать способ очистки природных и сточных вод в зависимости от состава загрязняющих веществ; объяснить с научной точки зрения явления, процессы, протекающие при очистке сточных вод Владеть: навыками работы с научно-технической информацией в области химии воды и очистки природных и сточных вод
Профессиональные компетенции	ПК-1 Способен осуществлять обоснование планов внедрения новой техники и технологий, обеспечивающих модернизацию технологического процесса для сооружений водоочистки и водоподготовки	ПК-1.1. Проводит расчеты для экономического обоснования внедрения новой техники и технологий, включая наилучшие доступные технологии.	Знать: методики технико-экономических расчетов мероприятий по повышению безопасности Уметь: осуществлять технико-экономические расчеты мероприятий по повышению безопасности Владеть: навыками осуществления технико-экономических расчетов мероприятий по повышению безопасности
		ПК-1.2. Внедряет энергосберегающие процессы, новую технику и технологии для сооружений водоочистки и водоподготовки.	Знать: новые современные энергосберегающие методы очистки природных и сточных вод. Уметь: изучать, анализировать и сопоставлять опыт по разработке и реализации проектов водоочистки и водоподготовки. Владеть: методами проектирования и реализации проектов по водоочистке и водоподготовке.
		ПК-1.3. Определяет критерии достижения целей очистки сточных вод и обработки осадка с учетом технических возможностей	Знать: показатели эффективности применения метода очистки природных и сточных вод. Уметь: сопоставлять по единому критерию новые и традиционные методы очистки с целью выбора наиболее эффективного Владеть: методиками расчета показателей очистки и обработки осадков
	ПК-4. Способен к координации и контролю качества	ПК-4.1. Контролирует соответствие проектных технических решений и	Знать: основные технико-экономические показатели систем водоснабжения и водоотведения

работы проектного подразделения по разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	технико-экономических показателей систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	объектов капитального строительства Уметь: определять отличие существующих и проектных показателей систем водоснабжения и водоотведения Владеть: навыками обработки и описания результаты определения технико-экономических показателей систем водоснабжения и водоотведения
	ПК-4.2. Управляет процессами производства работ при разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	Знать: методы экологической и технологической оценки систем водоснабжения и водоотведения Уметь: определять направления интенсификации и реконструкции систем водоотведения и их сооружений Владеть: приемами проведения анализа и обсуждения результатов исследований процессов очистки воды
	ПК-4.3. Контролирует качество и безопасность воды сооружений водоснабжения и водоотведения	Знать: методы оценки воздействия на водные ресурсы, методы контроля воды Уметь: оценивать экологичность и эффективность работы системы водоснабжения и водоотведения в целом и отдельных ее элементов Владеть: навыками обеспечения необходимых природо- и водоохранных мероприятий

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Методология научного познания
2	Геосистемы природных и техногенных комплексов
3	Организация производственного экологического контроля
4	Мониторинг природных объектов с техногенной нагрузкой
5	Современные технологии очистки сточных вод

2. Компетенция ПК-1 Способен осуществлять обоснование планов внедрения новой техники и технологий, обеспечивающих модернизацию технологического процесса для сооружений водоочистки и водоподготовки

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Проектирование систем водоснабжения и сооружений водоподготовки
2	Проектирование систем водоотведения и сооружений очистки сточных вод
3	Наилучшие доступные технологии (НТД) в водоотведении и очистке сточных вод
4	Научные основы очистки воды
5	Современные технологии очистки сточных вод
6	Охрана и воспроизводство природных ресурсов
7	Методы и оборудование для обработки осадков сточных вод

8	Учебная ознакомительная практика
9	Производственная научно-исследовательская работа
10	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
11	Производственная преддипломная практика

3. Компетенция ПК-4. Способен к координации и контролю качества работы проектного подразделения по разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Наилучшие доступные технологии (НТД) в водоотведении и очистке сточных вод
2	Оценка и контроль качества воды
3	Научные основы очистки воды
4	Современные технологии очистки сточных вод
5	Охрана и воспроизводство природных ресурсов
6	Производственная научно-исследовательская работа
7	Производственная технологическая (проектно-технологическая) практика
8	Производственная преддипломная практика

3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зач. единиц, 180 часов.

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки: 4 часа

Форма промежуточной аттестации экзамен

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 2
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:	55	55
лекции	17	17
лабораторные		
практические	34	34
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:	125	125
Курсовой проект		
Курсовая работа		
Расчетно-графическое задание	18	18
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	71	71
Экзамен	36	36

3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 1 Семестр 2

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
1. Классификация примесей сточных вод и методов их удаления					
	Понятие о природных и сточных водах. Примеси в природных и сточных водах. Классификация примесей воды по их фазово-дисперсному состоянию. Характеристика примесей по группам. Выбор методов очистки воды.	2	4		8
2. Механические методы удаления примесей из воды					
	Основные свойства и характеристики взвешенных веществ. Седиментационный анализ взвесей. Удаление взвешенных веществ осаждением. Основные закономерности процесса седиментации. Горизонтальные отстойники. Вертикальные отстойники. Тонкослойные отстойники. Удаление взвешенных частиц из воды во взвешенном слое. Работа осветлителей со взвешенным слоем осадков. Удаление взвесей в поле центробежных сил. Открытые гидроциклоны. Центрифуги. Удаление взвешенных веществ процеживанием.	2	4		9
3. Агрегация примесей воды					
	Основные свойства и характеристики коллоидов. Электрокинетические явления и устойчивость гидрофобных систем. Методы удаления коллоидов из воды, основы теории коагуляции. Закономерности кинетики быстрой коагуляции. Основные факторы и закономерности электролитной коагуляции гидрофобных коллоидов. Коагуляция при добавлении солей алюминия и железа. Факторы, влияющие на эффективность коагуляции. Контактная коагуляция. Электрокоагуляция. Основы теории флокуляции. Общие свойства и характеристики флокулянтов. Принципы устройства сооружений для коагуляции и флокуляции.	2	4		9
4. Фильтрация воды					
	Основные типы фильтров. Мембранные фильтры. Намывные фильтры. Волокнистые фильтры. Фильтрующие материалы для зернистых фильтров. Основные закономерности процесса фильтрации через зернистые загрузки. Скорые и медленные фильтры.	2	4		9
5. Физико-химическая деструкция загрязнений воды					
	Обработка вод сильными окислителями. Деструкция хлором, бромом, озоном. Использование излучений для обработки воды. Акустическая обработка воды. Электрохимическая деструкция загрязнителей. Электрогидравлический удар и комплекс электрических воздействий. Магнитная обработка воды.	2	4		9

6. Адсорбция в очистке воды					
	Основные представления об адсорбции. Изотермы адсорбции. Кинетические кривые адсорбции. Адсорбция в статических и динамических условиях. Адсорбенты и способы их регенерации. Адсорберы.	2	5		9
7. Удаление из воды примесей флотацией					
	Общие положения флотации. Механизм флотации. Влияние поверхностно-активных веществ на процесс флотации. Способы диспергирования пузырьков газа при флотации и их связь с механизмом флотации.	2	4		9
8. Другие физико-химические и биологические способы очистки сточных вод					
	Экстракция. Ионный обмен. Обратный осмос. Системы биологической очистки. Реакторы со взвешенной и прикрепленной биомассой микроорганизмов. Типы бактерий. Этапы биологической очистки. Аэробные и анаэробные процессы и микроорганизмы при обезвреживании сточных вод. Сооружения биологической очистки сточных вод.	3	5		9
	ИТОГО	17	34		71

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	Классификация примесей сточных вод и методов их удаления	Примеси в природных и сточных водах	4	4
2	Механические методы удаления примесей из воды	Удаление взвешенных частиц из воды	4	4
3	Агрегация примесей воды	Электрокинетические явления и устойчивость дисперсных коллоидных систем	4	4
4	Фильтрование воды	Типы фильтров и фильтрующие материалы	4	4
5	Физико-химическая деструкция загрязнений воды	Обработка вод физико-химическими методами	4	4
6	Адсорбция в очистке воды	Основные представления об адсорбции	5	5
7	Удаление из воды примесей флотацией	Общие положения флотации	4	4
8	Другие физико-химические и биологические способы очистки сточных вод	Системы биологической очистки	5	5
ИТОГО:			34	34

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

Тема РГЗ: Разработка технологической схемы очистки сточных вод

Цель: закрепить и более полно усвоить теоретические знания, полученные в ходе аудиторных занятий.

В ходе работы магистрант должен описать физико-химические процессы, протекающие в ходе водоочистки, написать уравнение реакций и нарисовать схемы процессов; выбрать способы, методы и аппараты очистки и обосновать свой выбор.

РГЗ состоит из следующих основных разделов: введение; теоретическое обоснование; исходные данные для расчетов; определение необходимой степени очистки по веществам; обоснование выбора методов очистки по каждому веществу или группам веществ, обладающих схожими свойствами, принятые решения подтверждаются описанием процессов, реакций и т.д.; указывается эффективность очистки.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция УК-1 Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, выработать стратегию действий

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
УК-1.1. Применяет методы системного и критического анализа, методики разработки стратегии действий для выявления и решения проблемной ситуации	Собеседование Экзамен
УК-1.2. Использует методологию системного и критического анализа проблемных ситуаций; методики постановки цели, определения способов ее достижения, разработки стратегий действий	Собеседование Экзамен

2. Компетенция ПК-1 Способен осуществлять обоснование планов внедрения новой техники и технологий, обеспечивающих модернизацию технологического процесса для сооружений водоочистки и водоподготовки

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Проводит расчеты для экономического обоснования внедрения новой техники и технологий, включая наилучшие доступные технологии.	Защита практических заданий; Собеседование Экзамен
ПК-1.2. Внедряет энергосберегающие процессы, новую технику и технологии для сооружений водоочистки и водоподготовки.	Защита практических заданий; Собеседование Экзамен
ПК-1.3. Определяет критерии достижения целей очистки сточных вод и обработки осадка с учетом технических возможностей	Защита практических заданий; Собеседование Экзамен

3. Компетенция ПК-4. Способен к координации и контролю качества работы проектного подразделения по разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-4.1. Контролирует соответствие проектных технических решений и технико-экономических	Собеседование Экзамен

показателей систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	
ПК-4.2. Управляет процессами производства работ при разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	Защита практических заданий; Собеседование Экзамен
ПК-4.3. Контролирует качество и безопасность воды сооружений водоснабжения и водоотведения	Тестовый контроль; Защита РГЗ; Собеседование Экзамен

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Классификация примесей сточных вод и методов их удаления (УК-1.1)	<p>Что представляют собой сточные воды? Какие виды сточных вод всем известны? На какие виды подразделяются примеси воды по своей природе? Как подразделяются примеси воды по степени растворенности и фазовому состоянию? Как классифицируются примеси воды по фазово-дисперсному состоянию? Как характеризуются примеси воды по группам? В соответствии с какими показателями осуществляется выбор методов очистки воды?</p>
2	Механические методы удаления примесей из воды (УК-1.2)	<p>Какие механические методы удаления примесей из воды вам известны? На какие категории по химическому составу делятся взвешенные вещества? Какие свойства и характеристики взвешенных веществ вам известны? Как проводится седиментационный анализ взвесей? Как происходит удаление взвешенных веществ осаждением? Какое осаждение взвесей называется свободным? Что представляет собой стесненное осаждение частиц? Как выглядит принципиальная схема горизонтального отстойника? Как выглядит принципиальная схема радиального отстойника? Каков принцип действия тонкослойных отстойников? Как происходит удаление взвешенных частиц во взвешенном слое? Как выглядит модель осветлителя со взвешенным слоем осадка? Как происходит удаление взвесей в поле центробежных сил? Что представляют собой напорные гидроциклоны? Как выглядит диаграмма скоростей в напорном гидроциклоне? Как можно улучшить работу напорных гидроциклонов? Каков принцип работы безнапорных гидроциклонов? Что представляет собой гидравлическая нагрузка? Как характеризуется разделяющая способность центрифуг? Как осуществляется процеживание взвешенных частиц? Какие виды фильтровальных перегородок используются для процеживания? Какие свойства тканевых перегородок для фильтрования вам известны?</p>
3	Агрегация примесей воды (ПК-1.3)	<p>Какие основные свойства и характеристики коллоидов вам известны? Чем отличаются гидрофильные коллоиды от негидрофильных (гидрофобных)?</p>

		<p>От чего зависит устойчивость гидрофобных систем? Какие явления протекают на поверхности раздела частица-вода? Как выглядит схема образования двойного электрического слоя? Что представляет собой электрокинетический потенциал коллоидных частиц? От чего зависит величина и знак заряда коллоидов? Какие методы удаления коллоидов из воды вам известны? В чем заключаются основы теории коагуляции? Каковы факторы и закономерности электролитной коагуляции гидрофобных коллоидов? Приведите правила коагуляции при добавлении электролитов? В чем особенности коагуляции при добавлении солей алюминия и железа? Какие структуры образуются при гидролизе солей алюминия? Какие стадии коагуляции вам известны? Как протекает контактная коагуляция? В чем сущность электрокоагуляции? Что называется флокуляцией? Какие стадии флокуляции вам известны? Какие свойства и характеристики флокулянтов вам известны? Какие вещества в качестве флокулянтов используются в промышленности? Как выглядит схема частиц кремнекислоты? Каковы основные принципы устройства сооружений для коагуляции и флокуляции?</p>
4	Фильтрация воды (ПК-4.2)	<p>Какие типы фильтров вам известны? Какие виды мембранной фильтрации вы знаете? Каков принцип действия мембранных фильтров? Как происходит очистка воды с помощью намывных фильтров? Как происходит процесс очистки воды волокнистыми фильтрами? Какие материалы используются для зернистых фильтров? Каким требованиям они должны соответствовать? Каковы основные закономерности процесса фильтрации через зернистые загрузки? Что такое продолжительность фильтроцикла? От чего она зависит?</p>
5	Физико-химическая деструкция загрязнений воды (ПК-4.1)	<p>В каких случаях используются деструктивные методы очистки сточных вод? В чем заключается обработка воды окислителями? Каковы особенности процессов хлорирования сточных вод? Как протекает деструкция загрязнений озоном? В чем заключается обработка воды ионами благородных металлов? Какие виды излучений используются для обработки воды? Как протекает электрохимическая деструкция загрязнителей? Что такое "электрогидравлический удар"? Какие процессы в воде протекают с участием азота и серы? В чем заключаются процессы нитрификации и денитрификации? Как происходит электромагнитная обработка воды?</p>
6	Адсорбция в очистке воды (ПК-1.2)	<p>Что такое адсорбция? Какие виды адсорбции вам известны? Какими зависимостями может характеризоваться адсорбция в равновесных условиях? Какие постулаты лежат в основе теории Лэнгмюра? Как выглядят изотермы адсорбции и что они характеризуют? Какие стадии адсорбции вы знаете? Какой фактор определяет кинетику адсорбции? На чем основана адсорбция в динамических условиях? Как протекает адсорбция и десорбция?</p>
7	Удаление из воды	<p>Как происходит удаление из воды примесей флотацией?</p>

	примесей флотацией (ПК-1.2)	В чем заключается механизм флотации? Как поверхностно-активные вещества влияют на процессы флотации? Какие способы диспергирования пузырьков воздуха при флотации вам известны?
8	Другие физико-химические и биологические способы очистки сточных вод (ПК-4.3)	Как происходит очистка воды при экстракции, мембранной очистке и электродиализе? Как происходит очистка воды обратным осмосом? Как можно охарактеризовать реакторы со взвешенной и прикрепленной биомассой микроорганизмов? Какие типы бактерий используются при очистке сточных вод? Какие аэробные и анаэробные процессы происходят при обезвреживании сточных вод? Как осуществляется биологическая очистка сточных вод? Какие сооружения биологической очистки вам известны?

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.

Практические задания

Учебным планом в ходе изучения дисциплины предусмотрены практические занятия, целью которых является более полное усвоение учебного материала.

Защита материалов по темам практических занятий проводится в виде собеседований в соответствии с контрольными вопросами по теме каждого занятия.

№	Тема практического занятия	Контрольные вопросы
1	Примеси в природных и сточных водах (ПК-1.1)	Понятие о природных и сточных водах. Примеси в природных и сточных водах. Классификация примесей воды по их фазово-дисперсному состоянию. Характеристика примесей по группам. Выбор методов очистки воды.
2	Удаление взвешенных частиц из воды (ПК-1.2)	Основные свойства и характеристики взвешенных веществ. Седиментационный анализ взвесей. Удаление взвешенных веществ осаждением. Основные закономерности процесса седиментации. Горизонтальные отстойники. Вертикальные отстойники. Тонкослойные отстойники. Удаление взвешенных частиц из воды во взвешенном слое. Работа осветлителей со взвешенным слоем осадков. Удаление взвесей в поле центробежных сил. Открытые гидроциклоны. Центрифуги. Удаление взвешенных веществ процеживанием.
3	Электрокинетические явления и устойчивость дисперсных коллоидных систем	Основные свойства и характеристики коллоидов. Электрокинетические явления и устойчивость гидрофобных систем. Методы удаления коллоидов из воды, основы теории коагуляции. Закономерности кинетики быстрой коагуляции. Основные факторы и закономерности электролитной коагуляции гидрофобных коллоидов. Коагуляция при добавлении солей

№	Тема практического занятия	Контрольные вопросы
	(ПК-1.3)	алюминия и железа. Факторы, влияющие на эффективность коагуляции. Контактная коагуляция. Электрокоагуляция. Основы теории флокуляции. Общие свойства и характеристики флокулянтов. Принципы устройства сооружений для коагуляции и флокуляции.
4	Типы фильтров и фильтрующие материалы (ПК-1.2)	Основные типы фильтров. Мембранные фильтры. Намывные фильтры. Волокнистые фильтры. Фильтрующие материалы для зернистых фильтров. Основные закономерности процесса фильтрования через зернистые загрузки. Скорые и медленные фильтры.
5	Обработка вод физико-химическими методами (ПК-1.2)	Обработка вод сильными окислителями. Деструкция хлором, бромом, озоном. Использование излучений для обработки воды. Акустическая обработка воды. Электрохимическая деструкция загрязнителей. Электрогидравлический удар и комплекс электрических воздействий. Магнитная обработка воды.
6	Основные представления об адсорбции (ПК-1.2)	Основные представления об адсорбции. Изотермы адсорбции. Кинетические кривые адсорбции. Адсорбция в статических и динамических условиях. Адсорбенты и способы их регенерации. Адсорберы.
7	Общие положения флотации (ПК-4.2)	Общие положения флотации. Механизм флотации. Влияние поверхностно-активных веществ на процесс флотации. Способы диспергирования пузырьков газа при флотации и их связь с механизмом флотации.
8	Системы биологической очистки (ПК-4.2)	Экстракция. Ионный обмен. Обратный осмос. Системы биологической очистки. Реакторы со взвешенной и прикрепленной биомассой микроорганизмов. Типы бактерий. Этапы биологической очистки. Аэробные и анаэробные процессы и микроорганизмы при обезвреживании сточных вод. Сооружения биологической очистки сточных вод.

Типовая задача

Определить длительность цикла фильтровальной установки по удалению органических загрязнений при следующих исходных данных: диаметр фильтра $d_{\phi} = 2,6$ м; высота слоя анионита $h = 2,0$ м; тип анионита – слабоосновной анионит акрилового типа; скорость фильтрования $w = 20$ м/ч; перманганатная окисляемость обрабатываемой воды $5,0$ мг·О₂/л.

Решение.

1. Площадь фильтрования: $0,785 \cdot 2,6^2 = 5,3$ м².
2. Объем анионита в фильтре: $5,3 \cdot 2 = 10,6$ м³.
3. Органопоглощающая способность слоя акрилового анионита, загруженного в фильтр: $10,6 \cdot 6 \cdot 10^3 = 63,6 \cdot 10^3$ г·О₂.
4. Количество обработанной воды за фильтроцикл, освобожденной от органических загрязнений: $Q = (63,6 \cdot 10^3)/5,0 = 12720$ м³.
5. Часовая производительность фильтра: $Q_{\text{ч}} = 5,3 \cdot 20 = 106$ м³/ч.
6. Длительность фильтроцикла: $12720/106 = 120$ ч.

Тестовые контрольные работы. Контрольная работа выполняется студентами в аудитории, под наблюдением преподавателя. Тест включает 20 вопросов. Продолжительность контрольной работы 30 минут.

Типовые тестовые задания

1. Адсорбатом 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) $A = \varphi(p)_{\Gamma}$
 - б) $T = \psi(A)_{\rho}$
 - в) $p = \xi(T)_{\Delta}$

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 флокулянтом.
- 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 твёрдого 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
16. Как называется процесс разделения растворенных веществ, различающихся молекулярными массами.
- а) осмос
 - б) диализ
 - в) ультрафильтрация
 - г) микрофильтрация
17. Какой процесс протекает на катоде с участием молекул воды.
- а) $2\text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2 + 2\text{OH}^-$.
 - б) $2\text{H}_2\text{O} \leftrightarrow \text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^-$
 - в) $4\text{OH}^- \leftrightarrow \text{O}_2 + 2\text{H}_2\text{O} + 4\text{e}^-$
 - г) $\text{Me}^{n+} + n\text{e}^- \rightarrow \text{Me}^0$
18. Как называется движение твердых частиц или капель, взвешенных в электролите, при наложении электрического поля.
- а) электроосмос
 - б) электрофорез
 - в) электрокоагуляция
 - г) электродиализ
19. организмы, использующие при дыхании растворённый в воде кислород называются:
- а) аэробы
 - б) анаэробы
 - в) аноксифильные

20. Какие функции не выполняют простейшие в процессе очистки.
- регулируют количество бактерий в активном иле или в биопленке
 - создают подвижное равновесие в экосистеме активного ила
 - рыхлят биопленку, способствуя ее обновлению
 - принимают непосредственное участие в удалении загрязнений сточных вод

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена, дифференцированного зачета, дифференцированного зачета при защите курсового проекта/работы используется следующая шкала оценивания: 2 – неудовлетворительно, 3 – удовлетворительно, 4 – хорошо, 5 – отлично.

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий, основных физико-химических законов очистки природных и сточных вод
	Знание свойств сточных вод как дисперсных систем; механических, химических, физико-химических и биологических методов очистки сточных вод, процессов обеззараживания, дезодорирования и термического обезвреживания природных и сточных вод
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Умение объяснить с научной точки зрения явления, процессы, протекающие при очистке сточных вод в гидросфере; правильно выбрать метод и способ очистки гидросферы при сбросе в них промышленных загрязнителей; 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 очистки природных и сточных вод
	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			
	2	3	4	5
Знание терминов, определений, понятий, основных физико-химических законов очистки природных и сточных вод	Недостаточный уровень знаний терминов, определений, понятий, законов. Не отвечает на дополнительные вопросы	Знает термины и определения, законы, механизмы, но допускает неточности формулировок. Отвечает на некоторые дополнительные вопросы	Знает термины и определения, законы, механизмы. Отвечает на большинство дополнительных вопросов	Знает и корректно формулирует термины и определения, законы, механизмы. Аргументировано отвечает на все дополнительные вопросы
Знание свойств сточных вод как диспер-	Не знает свойства сточных вод как	Знает, но допускает неточности	Знает свойства сточных вод как	Знает и может самостоятельно

сных систем; механических, химических, физико-химических и биологических методов очистки сточных вод, процессов обеззараживания, дезодорирования и термического обезвреживания природных и сточных вод	дисперсных систем; механические, химические, физико-химические и биологические методы очистки сточных вод, процессы обеззараживания, дезодорирования и термического обезвреживания природных и сточных вод	при формулировании свойств 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	дисперсных систем; механические, химические, физико-химические и биологические методы очистки сточных вод, процессы обеззараживания, дезодорирования и термического обезвреживания природных и сточных вод	получить сведения о свойствах 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 только основной материал дисциплины, не усвоил его деталей	Знает материал дисциплины в достаточном объеме	Обладает твердым и полным знанием материала дисциплины, владеет дополнительными знаниями
Полнота ответов на вопросы	Не дает ответы на большинство вопросов	Дает неполные ответы на все вопросы	Дает ответы на вопросы, но не все - полные	Дает полные, развернутые ответы на поставленные вопросы
Четкость изложения и интерпретации знаний	Излагает знания без логической последовательности	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя
	Не иллюстрирует изложение поясняющими схемами, рисунками и примерами	Выполняет поясняющие схемы и рисунки небрежно и с ошибками	Выполняет поясняющие рисунки и схемы корректно и понятно	Выполняет поясняющие рисунки и схемы точно и аккуратно, раскрывая полноту усвоенных знаний
	Неверно излагает и интерпретирует знания	Допускает неточности в изложении и интерпретации знаний	Грамотно и по существу излагает знания	Грамотно и точно излагает знания, делает самостоятельные выводы

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Умение объяснить с научной точки зрения явления, процессы, протекающие при очистке сточных вод в гидросфере; правильно выбрать метод и способ очистки гидросферы при сбросе в них промышленных загрязнителей; проводить оценку	Не умеет объяснить с научной точки зрения явления, процессы, протекающие при очистке сточных вод в гидросфере; правильно выбрать метод и способ очистки гидросферы при сбросе в них промышленных загрязнителей;	Испытывает затруднения при объяснении с научной точки зрения явлений, процессов, протекающих при очистке сточных вод в гидросфере; правильном выборе метода и способа очистки гидросферы при сбросе	Правильно объясняет с научной точки зрения явления, процессы, протекающие при очистке сточных вод в гидросфере; правильно выбрать метод и способ очистки гидросферы при сбросе в них промышленных	Аргументировано объясняет с научной точки зрения явления, процессы, протекающие при очистке сточных вод в гидросфере; правильно выбрать метод и способ очистки гидросферы при сбросе в них промышленных

основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	проводить оценку основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	в них промышленных загрязнителей; проведении оценки основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	загрязнителей; проводить оценку основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	загрязнителей; 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.	Допускает ошибки при решении задач и выполнении заданий.	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий.	Самостоятельно анализирует полученные результаты при решении задач и выполнении заданий.
Умение анализировать полученные результаты и делать аргументированные выводы	Не способен сформулировать и обосновать выводы по работе.	Испытывает затруднения при формулировании и обосновании выводов	Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам	Самостоятельно формулирует, обосновывает и делает выводы по работам

Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Использует стандартные и нестандартные методы при расчете показателей очистки природных и сточных вод	Не использует стандартные и нестандартные методы при расчете показателей очистки природных и сточных вод	Испытывает трудности при расчете показателей очистки природных и сточных вод	Не испытывает затруднений при выполнении заданий и решения стандартных задач. Испытывает затруднения при выполнении нестандартных заданий и решения нестандартных задач	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	Обосновывает, анализирует, сравнивает и оценивает полученные результаты расчетов с помощью помощника	Самостоятельно обосновывает, анализирует, сравнивает и оценивает полученные результаты расчетов	Аргументировано 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	Специализированная мебель; компьютерная техника, подключенная к сети «Интернет», имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
2	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
3	Учебная аудитория для проведения	Специализированная мебель.

	лекционных и практических занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, самостоятельной работы	Проектор, компьютер, автоматизированный экран, магнитно-меловая доска
4	Методический кабинет	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. Смоленская Л.М. Научные основы очистки воды [Электронный ресурс]: методические указания к выполнению практических занятий, расчетно-графического задания и самостоятельной работы для студентов очной и заочной форм обучения направления подготовки: 20.04.02 – Природообустройство и водопользование профиля «Водопользование и очистка сточных вод жилищно-коммунального хозяйства и промышленных предприятий» – Белгород: Изд-во БГТУ, 2018. – 50 с. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2019011109202048000000651397>

3. Свергузова С.В. Современные технологии очистки сточных вод и газовых выбросов: метод.указ. к выполнению самостоят. работы / С.В. Свергузова, Ж.А. Сапронова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2012. – 36 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://opr.f.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://voor-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 2023/2024 учебный год с изменениями, дополнениями

Протокол № 10 заседания кафедры от «03» мая 2023 г.

Заведующий кафедрой _____



Сапронова Ж.А.

Директор института _____



Ястребинский Р.Н.

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 V6328633. 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) Kaspersky Endpoint Security от 03.06.2020. Срок действия лицензии 19.08.2023г.
4	Google Chrome	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения
5	Mozilla Firefox	Свободно распространяемое ПО согласно условиям лицензионного соглашения