

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



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины (модуля)

Научные основы очистки воды

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-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла	УК-2.1. Осуществляет планирование научного исследования, используя проектную методологию	В результате освоения дисциплины обучающийся должен Знать: теоретические основы методов очистки природных и сточных вод Уметь: проводить теоретический анализ процессов, лежащих в основе различных методов очистки воды Владеть: теорией и методологией, применяемой при очистке вод
		УК-2.2. Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию проектного управления	Знать: Химические и физико-химические свойства природных и сточных вод. Уметь: обоснованно выбирать способ очистки природных и сточных вод в зависимости от состава загрязняющих веществ Владеть: навыками работы с научно-технической информацией в области химии воды и очистки природных и сточных вод
		УК-2.3. Разрабатывает концепцию и план реализации проекта, осуществляет мониторинг хода реализации проекта на основе процедур оценки качества проекта	Знать: основные физико-химические законы очистки природных и сточных вод. Уметь: объяснить с научной точки зрения явления, процессы, протекающие при очистке сточных вод Владеть: навыками расчета показателей очистки и критериями оценки качества воды
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: принципы выбора и применения методов очистки для конкретного типа природных и сточных вод Уметь: определять и рассчитывать основные технологические параметры процессов очистки воды Владеть: навыками расчетов технологических параметров процессов очистки природных и сточных вод
		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 работы проектного подразделения по разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	ПК-4.1. Контролирует соответствие проектных технических решений и технико-экономических показателей систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	Знать: основные технико-экономические показатели систем водоснабжения и водоотведения 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 водоохраных мероприятий

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Методология научного познания
2	Социальная инженерия
3	Экологическое нормирование и природоохранная отчетность
4	Научно-исследовательская работа в семестре
5	Научные основы очистки воды
6	Проектное обучение
7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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	Методы и оборудование для обработки осадков сточных вод
7	Подготовка к процедуре защиты и защита выпускной квалификационной работы

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	34	34
лабораторные		
практические	17	17
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. 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. Свойства сточных вод как дисперсных систем. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. Диффузия в истинных растворах и коллоидных системах. Закон Фика	2	2		5
2. Механические способы очистки					
	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	6	2		15
3. Физико-химическая очистка					
	<i>Коагуляция.</i> Механизм коагуляции. Двойной электрический слой. Электрокинетический потенциал. Вещества-коагулянты. Скорость коагуляции. Размер, плотность и прочность скоагулированных хлопьев загрязнений. <i>Флокуляция.</i> Сущность и механизм флокуляции. Вещества-флокулянты. Эффективность флокулянтов. Основные стадии коагуляции и флокуляции. <i>Флотационная очистка вод.</i> Механизм акта флотации. Флоторагенты. Свойства флотационной среды. Кинетика флотации. Способы флотационной обработки сточных вод. <i>Очистка сточных вод пенной сепарацией.</i> Коэффициент распределения. Кинетика и эффективность извлечения поверхностно-активных веществ (ПАВ). Скорость разрушения	10	7		15

	<p>пенного слоя. Деструктивное извлечение ПАВ.</p> <p><i>Очистка сточных вод адсорбцией и ионообменным методом.</i> Адсорбенты. Изотерма адсорбции. Сущность ионного обмена. Катиониты, аниониты, амфотерные иониты, комплекситы, редокситы. Поглотительная емкость ионитов: полная, статическая и динамическая обменные емкости. Коэффициенты распределения ионов и селективности ионита. Регенерация адсорбентов</p> <p><i>Очистка сточных вод экстракцией загрязнений.</i> 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.</p> <p><i>Мембранные процессы (обратный осмос и ультрафильтрация).</i> Движущая сила мембранных процессов. Характеристики процесса мембранного разделения: селективность и проницаемость. Механизм переноса вещества при обратном осмосе. Влияние параметров и условий процесса на скорость мембранного разделения.</p> <p><i>Электрохимические методы очистки сточных вод.</i> 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.</p>				
4. Химическая очистка вод					
	Разновидности методов химической очистки. Назначение, типы реагентов, применяемые в очистке сточных вод. Особенности использования каждого типа реагентов	6	2		10
5. Биологическая очистка					
	Особенности, закономерности процесса. Активный ил и биопленка, их составляющие. Механизм биохимического распада органических веществ. Анаэробные методы биохимической очистки	6	2		15
6. Термические методы очистки					
	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. <p><i>Дезодорации и дегазации вод.</i> Сущность и назначение.</p> <p><i>Обработка осадков сточных вод.</i> Уплотнение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, ликвидация осадков</p>	4	2		11
	ИТОГО	34	17		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	Физико-химические основы защиты гидросферы от промышленных загрязнений	Расчет устойчивости дисперсных систем. Физикохимия гетерогенных систем	2	4
2	Механические способы очистки	Расчет параметров процесса. Определение необходимого количества реагента	2	4
3	Физико-химическая очистка	Коагуляция и флокуляция. Расчет необходимого количества коагулянта и флокулянта. Составление схем очистки вод	1	4
		Флотационная очистка сточных вод. Очистка сточных вод пенной сепарацией. Расчет коэффициента распределения.	1	4
		Очистка сточных вод адсорбцией и ионным обменным методом. Построение изотермы адсорбции. Определение поглотительной емкости ионитов. Расчет коэффициентов распределения ионов и селективности ионита	4	8
		Очистка сточных вод экстракцией загрязнений. Расчет коэффициента распределения и материального баланса экстракции. Составление схем процесса экстракции.	1	4
		Электрохимические методы очистки сточных вод. Расчет количества выделяющегося при электролизе вещества	1	4
		Мембранные процессы (обратный осмос и ультрафильтрация). Расчет мембранных процессов	1	4
4	Химическая очистка сточных вод	Расчет необходимого количества реагентов, для процессов нейтрализации, окисления-восстановления и осаждения.	2	4
5	Биологическая очистка	Расчет параметров биологической очистки.	2	4
ИТОГО:			17	44

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 физико-химических показателей очистки вод». Задания выдаются студентам по индивидуальным вариантам, приведенным в методических указаниях: Смоленская Л.М. Научные основы очистки воды: 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.

Электронный ресурс: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2019011109202048000000651397>

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

1. Компетенция УК-2 Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
УК-2.1. Осуществляет планирование научного исследования, используя проектную методологию	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Устный опрос, Экзамен
УК-2.2. Формулирует на основе поставленной проблемы проектную задачу и способ её решения через реализацию проектного управления	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Собеседование, Устный опрос, Экзамен
УК-2.3. Разрабатывает концепцию и план реализации проекта, осуществляет мониторинг хода реализации проекта на основе процедур оценки качества проекта	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Собеседование, Устный опрос, 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.	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Устный опрос, Экзамен

ПК-1.2. Внедряет энергосберегающие процессы, новую технику и технологии для сооружений водоочистки и водоподготовки.	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Устный опрос, Экзамен
ПК-1.3. Определяет критерии достижения целей очистки сточных вод и обработки осадка с учетом технических возможностей	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Устный опрос, 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 показателей систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Устный опрос, Экзамен
ПК-4.2. Управляет процессами производства работ при разработке систем водоснабжения и водоотведения объектов капитального строительства	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Устный опрос, Экзамен
ПК-4.3. Контролирует качество и безопасность воды сооружений водоснабжения и водоотведения	Тестовый контроль; Защита и выполнение практических заданий; Защита РГЗ; Устный опрос, 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	Физико-химические основы защиты гидросферы от промышленных загрязнений	1. Основные свойства водных дисперсных систем. 2. Классификация водных дисперсных систем по фазовому составу и дисперсности примесей. 3. Эмульсии, суспензии, взвеси и пены, их характеристики 4. Свойства сточных вод как дисперсных систем. 5. Молекулярно-кинетические свойства дисперсных систем. 6. Диффузия в истинных растворах и коллоидных системах. 7. Закон Фика
2	Механические способы очистки	8. Закономерности процесса гравитационного отстаивания сточных вод 9. Материальный баланс процессов механического разделения сточных вод от примесей. 10. Удаление взвешенных частиц из сточных вод. 11. Скорость свободного и стесненного осаждения частиц. 12. Удаление всплывающих примесей и скорость подъема частиц. 13. Влияние гидродинамических, объемных и физических факторов на процессы отстаивания. 14. Удаление взвешенных частиц под действием центробежных сил. Фактор разделения. 15. Способы создания перепада давлений в фильтрах.

		<p>16. Виды фильтрования по способу образования осадка.</p> <p>17. Фильтрование с помощью вспомогательных веществ.</p> <p>18. Основное уравнение фильтрования.</p> <p>19. Очистка сточных вод на фильтрах с зернистой перегородкой.</p> <p>20. Структурно-геометрические характеристики пористых сред.</p> <p>21. Механизмы извлечения частиц из воды на фильтрах с зернистой перегородкой.</p> <p>22. Кинетика и материальный баланс фильтрования.</p> <p>23. Центробежное фильтрование. Периоды процесса центробежного фильтрования. Уравнение центробежного фильтрования</p>
3	Физико-химическая очистка	<p>24. Механизм коагуляции. Двойной электрический слой. Электрокинетический потенциал.</p> <p>25. Вещества-коагулянты. Скорость коагуляции. Размер, плотность и прочность скоагулированных хлопьев загрязнений.</p> <p>26. Сущность и механизм флокуляции. Вещества-флокулянты. Эффективность флокулянтов. Основные стадии коагуляции и флокуляции.</p> <p>27. Флотационная очистка вод. Механизм акта флотации.</p> <p>28. Флоторагенты. Свойства флотационной среды. Кинетика флотации.</p> <p>29. Способы флотационной обработки сточных вод.</p> <p>30. Очистка сточных вод пенной сепарацией. Коэффициент распределения.</p> <p>31. Кинетика и эффективность извлечения поверхностно-активных веществ (ПАВ). Скорость разрушения пенного слоя. Деструктивное извлечение ПАВ.</p> <p>32. Адсорбенты, их характеристики.</p> <p>33. Изотермы адсорбции.</p> <p>34. Сущность ионного обмена. Катиониты, аниониты, амфотерные иониты, комплекситы, редокситы.</p> <p>35. Поглощительная емкость ионитов: полная, статическая и динамическая обменные емкости. Коэффициенты распределения ионов и селективности ионита. Регенерация адсорбентов</p> <p>36. Стадии процесса экстракции.</p> <p>37. Динамическое равновесие при экстракции. Коэффициент распределения.</p> <p>38. Материальный баланс экстракции. Уравнение рабочей линии процесса.</p> <p>39. Регенерация экстракта и очистка рафината. Основные схемы процесса экстракции.</p> <p>40. Движущая сила мембранных процессов. Характеристики процесса мембранного разделения: селективность и проницаемость.</p> <p>41. Механизм переноса вещества при обратном осмосе. Влияние параметров и условий процесса на скорость мембранного разделения.</p> <p>42. Основные факторы электрохимических процессов.</p> <p>43. Анодное окисление и катодное восстановление.</p> <p>44. Электрокоагуляция с использованием нерастворимых и растворимых электродов. Факторы, влияющие на электрокоагуляцию.</p> <p>45. Механизм электрофлотации и параметры процесса.</p> <p>46. Применяемые типы электрохимических мембран в процессах электродиализа.</p>
4	Химическая очистка сточных вод	<p>47. Разновидности методов химической очистки.</p> <p>48. Назначение, типы реагентов, применяемые в очистке сточных вод. Особенности использования каждого типа реагентов</p>
5	Биологическая очистка	<p>49. Особенности, закономерности процесса.</p> <p>50. Активный ил и биопленка, их составляющие.</p> <p>51. Механизм биохимического распада органических веществ.</p>

		52. Анаэробные методы биохимической очистки и основные параметры процесса брожения. 53. Регенерация активного ила.
6	Термические методы очистки	54. Концентрирование сточных вод: выпаривание и вымораживание. 55. Кристаллизация концентрированных растворов. 56. Термоокислительные методы обезвреживания органических примесей в сточных водах. 57. Жидкофазное и парофазное каталитическое окисление. 58. Огневой метод обезвреживания сточных вод. 59. Дезодорации и дегазации вод. Сущность и назначение. 60. Обработка осадков сточных вод. Уплотнение, стабилизация, кондиционирование, обезвоживание, ликвидация осадков.

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.

В методических указаниях по дисциплине представлены практические работы, предполагающие как рассмотрение теоретических вопросов, обозначенных в лекционном курсе, так и решение задач.

Методические указания разделены по темам, в которых представлены теоретические вопросы, для ответов на них необходимо изучение разделов лекционного курса, а также материалов учебного пособия. Расчетная часть предусматривает решение задач. Все задачи предваряет необходимый теоретический материал, приведен алгоритм решения. 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	Физико-химические основы защиты гидросферы от промышленных загрязнений. Расчет устойчивости дисперсных систем. Физико-химия гетерогенных систем	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.
2	Механические способы очистки. Расчет параметров процесса. Определение необходимого количества реагента	1. Назначение механической очистки. Предварительная очистка. 2. Сущность процесса осаждения. Фактор, определяющий продолжительность отстаивания. Уравнение Стокса. Особенности отмучивания суспензий. 3. Сущность процесса фильтрования. Движущая сила фильтрования. Разновидности фильтрования. Уравнение фильтрования. 4. Сущность осаждения взвешенных веществ в поле центробежных сил. Виды и методы центрифугирования. Параметры, характеризующие центрифугирование. 5. Составляющие центробежного осаждения. Закон Дарси-Вейсбаха.

3	<p>Физико-химическая очистка. Коагуляция и флокуляция. Расчет необходимого количества коагулянта и флокулянта. Составление схем очистки вод. Флотационная очистка сточных вод. Очистка сточных вод пенной сепарацией. Расчет коэффициента распределения</p>	<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. 5. Стадии коагуляции. 6. Сущность процесса флокуляции. Виды флокулянтов. Механизм флокуляции. 7. Кинетические закономерности флокуляции. Фактор замедления флокуляции. 8. Сущность процесса флотации. Механизм элементарного акта флотации. 9. Условия взаимодействия твердой частицы и пузырька. Условия протекания флотации. 10. Виды флотореагентов, особенности их использования. 11. Особенности пенной сепарации.
4	<p>Очистка сточных вод адсорбцией и ионным обменным методом. 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. Автоадсорбция. 13. Мономолекулярная и полималекулярная адсорбция из растворов.
5	<p>Очистка сточных вод экстракцией загрязнений. Расчет коэффициента распределения и материального баланса экстракции. Составление схем процесса экстракции. Мембранные процессы (обратный осмос и ультрафильтрация). Расчет мембранных процессов</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. Показатели эффективности разделения. 8. Особенности осмотических явлений. Понятие осмотического давления. 9. Назначение баромембранных процессов. 10. Условия возникновения обратного осмоса. 11. Параметры, влияющие на селективность и проницаемость мембран. 12. Особенности ультрафильтрации и микрофильтрации, диализа.

6	Электрохимические методы очистки сточных вод. Расчет количества выделяющегося при электролизе вещества	<ol style="list-style-type: none"> 1. Электролиз. Элементы электрохимических систем. Параметры эффективности процесса. Коэффициент полезного использования напряжения и выход по току. 2. Правила протекания процесса электролиза на катоде в водном растворе. 3. Катодные и анодные процессы с участием воды. 4. Виды электрокинетических явлений. 5. Особенности возникновения двойного электрического слоя. 6. Электроосмотический перенос. 7. Электрофоретическое движение частиц в электролите. 8. Электрокоагуляция, ее особенности. Виды электрокоагуляции. 9. Электрофлотация. Сущность и особенности метода. 10. Электродиализ, особенности процесса.
7	Химическая очистка сточных вод. Расчет необходимого количества реагентов, для процессов нейтрализации, окисления-восстановления и осаждения	<ol style="list-style-type: none"> 1. Методы химической очистки сточных вод. 2. Сущность химической очистки сточных вод. 3. Какие вещества используют для реагентной очистки сточных вод? От чего зависит их выбор? 4. Как влияет величина рН на процесс осаждения ионов тяжелых металлов? 5. В каких случаях применяют методы реагентного восстановления? 6. Виды нейтрализации сточных вод. 7. Особенности нейтрализации сточных вод кислотными газами. 8. Реагенты, используемые для нейтрализации сточных вод и их характеристики. Почему наиболее часто используют известковое молоко? 9. Особенности использования пероксида водорода в окислительно-восстановительных реакциях.
8	Расчет параметров биологической очистки.	<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.

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. Адсорбентом 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) $A = f(p)T$
- 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 флокулянтom.
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 обменивающегося иона б) природы обменивающегося 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 растворенный в воде кислород называются:
а) аэробы б) анаэробы в) аноксифонты
20. Какие функции не выполняют простейшие в процессе очистки.
а) регулируют количество бактерий в активном иле или в биопленке
б) создают подвижное равновесие в экосистеме активного ила
в) рыхлят биопленку, способствуя ее обновлению
г) 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.

Критерии оценивания практических заданий

Оценка	Критерии оценивания
5	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.
4	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом, отсутствуют ошибки при расчетах, формулирует собственные, самостоятельные, обоснованные, аргументированные суждения при составлении отчета, представляет полные ответы на основные вопросы, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
3	Работа выполнена полностью. Студент владеет теоретическим материалом на минимально допустимом уровне, присутствуют незначительные ошибки при расчетах, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допуская незначительные ошибки на дополнительные вопросы.
2	Работа выполнена не полностью. Студент практически не владеет теоретическим материалом, допуская ошибки по существу рассматриваемых (обсуждаемых) вопросов, испытывает затруднения в формулировке собственных обоснованных и аргументированных суждений, допускает ошибки при ответе на дополнительные вопросы.

Критерии оценивания тестовых заданий

«отлично» – 95-100% правильных ответов

«хорошо» – 75-94% правильных ответов

«удовлетворительно» – 61-74% правильных ответов

«неудовлетворительно» – менее 61% правильных ответов

Критерии оценки знаний студентов на экзамене

Оценка	Критерии оценивания
отлично	Полное, исчерпывающее знание в границах учебного курса. Знание и понимание содержания курса, и его самостоятельное воспроизведение. Знание основных теоретических положений курса. Умение рассуждать логически самостоятельно без помощи преподавателя. Владение необходимым объемом понятий, свободное и осмысленное употребление специальных научных терминов. Знание и свободное использование необходимых текстов, достаточный объем рекомендованной в учебном курсе специальной научной литературы за пределами учебников. Свободное и правильное изложение содержания, а также хорошее владение литературной речью.
хорошо	Знания изученного курса полные, но некоторые сложные или существенные факты забыты или пропущены, но при напоминании и наводящем вопросе преподавателя легко восстанавливаются. Умение построить свой ответ достаточной степенью обоснования, но имеются несущественные сбои, исправляемые с помощью преподавателя. Знание рекомендованной в учебном курсе литературы за пределами учебников, но существуют затруднения в свободном использовании ее при ответе на поставленные в вопросы, т.е. необходимо напоминание и помощь преподавателя. Свободное владение литературной речью, однако, допускаются речевые неточности и стилистические погрешности

Удовлетворительно	Знание основного и существенного из изученного курса, но не в полном-объеме, а также возникновение затруднений при дополнительных или наводящих вопросах. Имеется некоторая поверхностность в ответе на вопросы в билете, существенно снижающая понимание, но способность с помощью наводящих вопросов преподавателя придти к правильному суждению. Ошибки в логических связях, существенные сбои, в рассуждениях исправляемые с помощью наводящих вопросов преподавателя, однако, в целом же правильный и логически осмысленный ответ. Недостаточное знание понятий и существенные затруднения в применении специальных научных терминов, переход на язык быденного общения, но при этом понимание смысла необходимых положений, Отрывочные знания специальной литературы, имеются затруднения при воспроизведении имен авторов и названий соответствующих научных работ, но при этом знания достаточные в объеме рекомендованных учебников.
Неудовлетворительно	Неполное знание изученного курса, путаница при ответе на вопросы в билете, неспособность к припоминанию даже при наводящих вопросах преподавателя. Изложение знаний без понимания их смысла, т.е. формально заученные. Неумение логически выстроить свой ответ, перечисление плохо связанных теоретических положений курса. Не владение понятийно-терминологическим аппаратом и непонимание его смысла и значения. Незнание рекомендованной научной литературы и возникающие затруднения при воспроизведении содержания соответствующих разделов учебника.

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 дисперсных систем; механических, химических, физико-химических и биологических методов очистки сточных вод, процессов обеззараживания, дезодорирования и термического обезвреживания природных и сточных вод	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, но допускает неточности 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	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 и может самостоятельно 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 основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	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; проводить оценку основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	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 в них промышленных загрязнителей; проведении оценки основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	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 загрязнителей; проводить оценку основных параметров физико-химических процессов защиты окружающей среды	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 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 № 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. 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. 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