

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

Космачева И.В.
«16» мая 2022 г.



УТВЕРЖДАЮ
Директор института

Ястребинский Р.Н.
«16» мая 2022 г.



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
дисциплины

Бионанотехнологии в очистке воды

Направление подготовки (специальность):

19.04.01 Биотехнология

Направленность программы (профиль, специализация):

Биотехнология в промышленности и агропромышленном комплексе

Квалификация

Магистр

Форма обучения

очная

Институт магистратуры

Кафедра Промышленной экологии

Белгород – 2022 г.


Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – магистратура по направлению подготовки 19.04.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10 августа 2021 г. № 737;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.


Составитель: канд. техн. наук, доцент  Н.Ю. Кирюшина
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры промышленной экологии

«28» апреля 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор  С.В. Свергузова
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой
промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор  С.В. Свергузова
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

«28» апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«16» мая 2022 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент  Л.А. Порожнюк
(ученая степень и звание, подпись) (инициалы, фамилия)

1. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-1. Способен проводить очистку микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления	ПК-1.1. Использует микроорганизмы-деструкторы, микробные биопрепараты и отходы для очистки окружающей среды	<p>Знать: основные цели и задачи в области очистки природных и сточных вод с использованием биотехнологий.</p> <p>Уметь: проводить очистку поверхностных и грунтовых вод микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.</p> <p>Владеть: навыками решений практических задач использования микроорганизмов-деструкторов, микробных биопрепаратов и отходов для очистки окружающей среды.</p>
		ПК-1.2. Разрабатывает биотехнологические методы восстановления поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленного загрязнения	<p>Знать: современные технологические схемы очистки сточных вод жилищно-коммунального хозяйства и различных отраслей промышленности.</p> <p>Уметь: научно обосновать и доказать правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод.</p> <p>Владеть: навыками использования методик восстановления поверхностных и грунтовых вод.</p>
	ПК-2. Способен оценивать воздействие биотехнологических систем на окружающую среду, выбирать и использовать современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии	ПК-2.1. Выбирает и использует современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии	<p>Знать: современные физико-химические и биологические методики бионанотехнологии в очистке воды.</p> <p>Уметь: использовать современные физико-химические и биологические методы для очистки природных и сточных вод.</p> <p>Владеть: навыками решений практических задач современных методов бионанотехнологий очистки вод.</p>
		ПК-2.2. Оценивает воздействие биотехнологических систем на окружающую среду и выбирает методы для решения профессиональных задач в биотехнологии	<p>Знать: методы анализа эколого-экономической и технологической эффективности при реализации проектов биологических технологий в очистке воды.</p> <p>Уметь: принимать правильные решения в ходе выполнения основных функций экологического управления: планирование, организация, мотивация, внедрение, контроль.</p> <p>Владеть: методами оценки экономической и экологической эффективности и принятия и реализации управленческих решений в области очистки сточных вод.</p>

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

1. Компетенция ПК-1. Способен проводить очистку микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Бионанотехнологии в очистке воды
2	Биоремедиация загрязненных почв
3	Производственная технологическая практика
4	Производственная преддипломная практика

2. Компетенция ПК-2. Способен оценивать воздействие биотехнологических систем на окружающую среду, выбирать и использовать современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии.

Данная компетенция формируется следующими дисциплинами.

Стадия	Наименования дисциплины
1	Бионанотехнологии в очистке воды
2	Оценка воздействия биотехнологических систем и производств на окружающую среду
3	Биологические методы оценки качества окружающей среды
4	Экологическая диагностика качества среды биологическими методами
5	Современные экспериментальные методы исследований в биотехнологии
6	Современные биохимические технологии в защите окружающей среды
7	Ликвидация последствий биокоррозионных процессов
8	Биокоррозионная активность микроорганизмов
9	Производственная технологическая практика
10	Производственная эксплуатационная практика
11	Производственная преддипломная практика

	различных отраслей промышленности. Бионанотехнологии как основа для получения комплексных экологических разрешений (КЭР). Используемые технологические процессы при очистке городских СВ. Интегральная оценка сбросов в водные объекты.				
2. Микробный консорциум в процессах очистки сточных вод.					
	Перенесение процессов самоочищения водоемов в технологии биологической очистки сточных вод. Активный ил как биоагент в процессах очистки сточных вод. Функционально значимые микроорганизмы в процессах очистки сточных вод. Виды микробных сообществ: биопленки, маты и илы, флоккулы. Модельное представление микробных агрегатов. Генные зонды для поиска и обнаружения микроорганизмов в консорциумах. Механизм образования микробных агрегатов.	4		4	14
3. Бионанотехнологии в очистке сточных вод.					
	Обобщенная технологическая схема и описание процесса очистки сточных вод. Использование бионанотехнологий при очистке городских сточных вод. Бионаносорбционные эффекты в процессах очистки сточных вод. Бионаносорбция: углеродные нанотрубки, наноадсорбенты на основе оксидов металлов, аночастицы металлического железа, полиэтиленовые гранулы. Мембраны с использованием наноматериалов: нановолоконные мембраны, нанокompозитные мембраны, тонкопленочные нанокompозитные мембраны. Нанореагенты для биологической очистки сточных вод.	4		4	14
4. Технологические схемы очистки сточных вод.					
	Особенности моделей разработки технологических схем очистки сточных вод. Обобщенная схема очистки городских сточных вод. Принципы разработки технологических схем очистки сточных вод промышленных предприятий. Принципы подбора технологического оборудования.	4		4	14
5. Эффективная эксплуатация сооружений по очистке сточных вод.					
	Основные проблемы практической эксплуатации сооружений очистки сточных вод. Нарушения в работе блоков очистки и их последствия для технологического цикла. Анализ данных лабораторного контроля процесса очистки. Перечень контролируемых показателей, их интерпретация и взаимозависимость.	3		3	11
	ВСЕГО	17		17	61

4.2. Содержание практических (семинарских) занятий Не предусмотрено учебным планом

4.3. Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во часов	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
семестр № 6				
1	Бионанотехнологии в системе технического регулирования.	Определение основных физико-химических характеристик воды	2	2
2	Микробный консорциум в процессах очистки сточных вод.	Определение основных технологических характеристик и эффекта работы сооружений с биопленками	2	2
		Определение дегидрогеназной активности ила.	2	2
3	Бионанотехнологии в очистке сточных вод.	Изучение процесса сорбции с использованием наносорбентов.	2	2
		Изучение метода реагентного коагулирования. Подбор реагентов.	2	2
4	Технологические схемы очистки сточных вод.	Глубокая очистка сточных вод в скорых фильтрах.	2	2
		Определение эффективности работы технологической схемы очистки воды	2	2
5	Эффективная эксплуатация сооружений по очистке сточных вод.	Моделирование работы метантенка.	3	3
ИТОГО:			17	17

4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий

Тема ИДЗ «Разработка эффективных технологий очистки сточных вод». В ИДЗ студент должен разработать концепцию очистки сточных вод согласно исходных стоков, рассчитать необходимые технологические сооружения и подобрать основное технологическое оборудование в соответствии с поставленной задачей.

Исходные данные для выполнения ИДЗ выдаются в соответствии с последней цифрой учебного шифра студента в виде технического задания.

Состав ИДЗ:

1. Техническое задание.
2. Пояснительная записка
3. Расчетная часть.
4. Выводы.

Техническое задание, утвержденное руководителем проектирования, является единственным основанием для выполнения студентом курсового. В него входят

концентрации загрязнений бытовых сточных вод и смеси сточных вод, поступающих на очистные сооружения, объемы сточных вод.

Пояснительная записка включает краткое описание предприятия в целом, включая его расположение и состояние окружающей среды. Далее приводят результаты анализа исходных данных, изложенных в техническом задании, а также дополнительных сведений, полученных в процессе изучения источников информации. Приводят результаты расчетов укрупненных показателей водопотребления и водоотведения промышленного предприятия, включая хозяйственно-бытовые воды, численность работающих на производстве и сменную занятость в течение суток. Приводят характерные виды и концентрации загрязняющих веществ в производственных сточных водах.

Исходные данные и основные решения, принятые в работе. В этом параграфе записки студент приводит краткое описание основных проектных решений.

В расчетную часть входит выбор состава очистных сооружений; расчет и описание очистных сооружений, предусмотренных выбранной схемой очистки.

Все расчеты должны быть выполнены с учетом требований действующих нормативных указаний. Пояснительная записка должна быть краткой. Содержать лишь самые необходимые пояснения и обоснования принятых решений.

5. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

5.1. Реализация компетенций

Компетенция ПК-1. Способен проводить очистку микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-1.1. Использует микроорганизмы-деструкторы, микробные биопрепараты и отходы для очистки окружающей среды.	Тестовый контроль; Защита лабораторных работ; Защита ИДЗ; Экзамен.
ПК-1.2. Разрабатывает биотехнологические методы восстановления поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленного загрязнения	Тестовый контроль; Защита лабораторных работ; Защита ИДЗ; Экзамен.

Компетенция ПК-2. Способен оценивать воздействие биотехнологических систем на окружающую среду, выбирать и использовать современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии.

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.1. Выбирает и использует современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в	Тестовый контроль; Защита лабораторных работ; Защита ИДЗ; Экзамен.

биотехнологии.	
ПК-2.2. Оценивает воздействие биотехнологических систем на окружающую среду и выбирает методы для решения профессиональных задач в биотехнологии	Тестовый контроль; Защита лабораторных работ; Защита ИДЗ; Экзамен.

5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Бионанотехнологии в системе технического регулирования. (ПК-2)	Системы водоотведения городов, их сравнительная характеристика. Системы водоотведения промышленных предприятий. Замкнутые системы водопользования промышленных предприятий. Схемы комплексного водоотведения. Характеристика сточных вод в приоритетных областях применения научных доступных технологий. Микробная деструкция сложных органических соединений. Микробная деструкция фенолов. Микробная деструкция серосодержащих соединений. Микробная деструкция ПАВ. Превращение микроорганизмами соединений азота. Превращение микроорганизмами соединений фосфора.
2.	Микробный консорциум в процессах очистки сточных вод. (ПК-1)	Сущность процессов самоочищения водоемов. Биоценозы сооружений биологической очистки: бактерии, грибы, актиномицеты, дрожжи, водоросли, простейшие. Виды микробных сообществ: биопленки, маты и илы, флоккулы. Модельное представление микробных агрегатов. Генные зонды для поиска и обнаружения микроорганизмов в консорциумах. Механизм образования микробных агрегатов.
3.	Бионанотехнологии в очистке сточных вод. (ПК-1)	Механические методы очистки сточных вод. Физико-химические методы очистки сточных вод. Реагентные методы очистки сточных вод. Биологические методы очистки сточных вод. Способы обезвреживания сточных вод (обработка хлором, УФ обработка, озонирование). Мембранные способы очистки сточных вод: нановолоконные мембраны, нанокомпозитные мембраны, тонкопленочные нанокомпозитные мембраны. Бионаносорбционные эффекты в процессах очистки сточных вод. Очистка сточных вод бионаносорбентами.
4.	Технологические схемы очистки сточных вод. (ПК-2)	Оборудование, применяемое для очистки сточных вод. Основное оборудование и технологические схемы очистки сточных вод. Использование систем автоматического управления расходом реагентов для очистки сточных вод.

5.	Эффективная эксплуатация сооружений по очистке сточных вод. (ПК-2)	Основные проблемы практического использования наночастиц в процессах очистки сточных вод. Токсичность наноматериалов. Нарушения в работе блоков очистки и их последствия для технологического цикла. Лабораторный контроль процесса очистки. Перечень контролируемых показателей, их интерпретация и взаимозависимость. Нанотехнологии в схемах обеззараживания воды.
----	--	---

Промежуточная аттестация в конце семестра осуществляется в форме экзамена после изучения всех разделов дисциплины «Бионанотехнологии в очистке воды». К экзамену допускаются студенты, выполнившие все требования, предъявляемые к изучению дисциплины: выполнение и защита лабораторных работ, выполнение и защита ИДЗ.

5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

Не предусмотрено учебным планом

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

Текущий контроль осуществляется в течение семестра в форме защиты лабораторных работ, тестирования, выполнения и защиты индивидуального домашнего задания. Перед выполнением лабораторной работы преподаватель проверяет оформление лабораторных работ.

Текущий контроль изучения теоретического материала возможен с применением тестирования. Контрольные задания построены по принципу от простого к сложному.

Типовые вопросы для защиты лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Контрольные вопросы
семестр № <u>1</u>			
1	Бионанотехнологии в системе технического регулирования. (ПК-2)	Определение основных физико-химических характеристик в воде.	Какими показателями регламентируются химические свойства воды? Какие требования предъявляются к качеству питьевой воды? Какие требования предъявляются к качеству производственной воды? Виды жесткости воды. Методы умягчения жестких вод.
2	Бионанотехнологии в очистке сточных воды. (ПК-1)	Определение основных технологических характеристик и эффекта работы сооружений с	Какие сооружения относятся к реакторам со взвешенным слоем? Принцип действия таких сооружений. Классификация сооружений анаэробной биологической очистки. Как определить площадь загрузки

		<p>био пленками</p>	<p>био фильтра? Как от нагрузки зависит конструкции аэротенков? Показатели качества выходного стока при различных режимах нагрузки аэротенков.</p>
		<p>Определение дегидрогеназной активности ила.</p>	<p>Каким образом спирты влияют на дегидрогеназную активность ила? Биопленки и биообрастания аэробной очистки сточных вод. Основные отличия свободноплавающего и иммобилизованного ила. За счет чего биопленка обладает большей способностью противостоять негативным воздействиям по сравнению с активным илом? Что такое иловый индекс? Его оптимальное значение? Что показывает скорость дыхания ила?</p>
3	Бионанотехнологии в очистке сточных вод. (ПК-1)	<p>Изучение процесса сорбции с использованием наносорбентов.</p>	<p>Сущность процесса адсорбции. Разновидности адсорбционных процессов. Виды наносорбентов. Каким образом производят культивирование нанопленки на поверхности наносорбентов? Перечислите основные положения теории Лэнгмюра.</p>
		<p>Изучение метода реагентного коагулирования. Подбор реагентов.</p>	<p>Сущность процесса коагуляции. Сущность процесса флокуляции. Какие вещества используются в качестве коагулянтов и флокулянтов. Механизм процесса коагуляции. Механизм процесса флокуляции.</p>
4	Технологические схемы очистки сточных вод. (ПК-2)	<p>Глубокая очистка сточных вод в скорых фильтрах.</p>	<p>В каких случаях применяют скорые фильтры с зернистой загрузкой? Объясните принцип работы скорых фильтров. Какие материалы используют в качестве зернистой загрузки? Оцените значимость использования скорых фильтров в водоподготовке и водоочистке?</p>
		<p>Определение эффективности работы технологической схемы очистки воды</p>	<p>Перечислите стадии и методы очистки воды в технологических схемах. Определите возможные критерии оценки технологических схем очистки сточных вод. Какое оборудование должна включать технологическая схема очистки коммунальных бытовых стоков? Подходы к проектированию станций по очистке стоков. Параметры, лежащие в основе моделирования систем с активным илом?</p>

5	Эффективная эксплуатация сооружений по очистке сточных вод. (ПК-2)	Моделирование работы метантенка.	Проанализируйте структуру технологических схем очистки сточных вод с точки зрения экономической эффективности. Обрисуйте технологическую эффективность технологических схем очистки сточных вод. Оцените экологическую эффективность технологических схем очистки сточных вод.
---	--	----------------------------------	--

Типовые варианты тестов для текущего контроля в семестре

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Контрольные вопросы
семестр № 1			
1	Бионанотехнологии в системе технического регулирования. (ПК-2)	Какие вещества легче всего окисляются?	а) белки; б) жиры; в) углеводы.
		С помощью какого фермента происходит гидролиз жиров на глицерин и жирные кислоты?	а) Кофермент-А; б) амилаза; в) каталаза; г) липаза.
		Продолжите предложение. Микробиологический процесс, в ходе которого аммоний превращается в нитрит, а нитрит – в нитрат, называется...	а) нитрификация; б) денитрификация.
		Процесс денитрификации протекает:	а) в аэробных условиях; б) в анаэробных условиях.
		Пропионовое брожение осуществляют:	а) дрожжи рода <i>Saccharomyces</i> ; б) бактерии <i>Coli aerogenes</i> ; в) бактерии <i>Streptococcus lactis</i> ; г) бактерии <i>Propionibacterium freudenreichii</i> .
2	Бионанотехнологии в очистке сточных воды. (ПК-1)	Основу активного ила составляют:	а) бактерии; б) простейшие; в) более организованные организмы.
		Свойство ила, характеризующее «иловым индексом», показывает:	а) метаболическую активность ила; б) способность к осаждению; в) окислительную мощность; г) нагрузку на ил.
		Биологический состав активного ила зависит от:	а) режима процесса очистки сточных вод; б) селекции микроорганизмов; в) состава очищаемых сточных вод; г) от всех перечисленных факторов.
		С физико-химической точки	а) истинный раствор; б) дисперсную систему;

		зрения активный ил представляет собой:	в) коллоидный раствор.
		Метод биологической очистки реализован в аэротенках, биологических прудах, биологических фильтрах и ...:	а) флотаторах; б) метантенках; в) ионообменных фильтрах; г) контактных резервуарах.
3	Бионанотехнологии в очистке сточных воды. (ПК-1)	В качестве коагулянтов используют соли	а) натрия и калия; б) железа и алюминия; в) магния и кальция; г) олова и свинца.
		В качестве флокулянтов используют	а) гидроксид алюминия; б) хлорид натрия; в) полиакриламид.
		Укажите сооружения БОСВ, с условиями очистки, близкими к естественным:	а) аэротенк-смеситель; б) поля фильтрации; в) биопруды; г) биофильтр.
		К основным типам промышленных адсорбентов относятся	а) карбонат кальция, сульфид свинца, хлорид натрия; б) оксид цинка, оксид магния, оксид кальция; в) активные угли, силикагели, алюмогели, цеолиты.
		Какая химическая формула известкового молока?	а) NaOH; б) Mg(OH) ₂ ; в) Ca(OH) ₂ .
4	Технологические схемы очистки сточных вод. (ПК-2)	Последовательность расположения сооружений в порядке убывания отметок:	1) приемная камера; 2) первичный отстойник; 3) вторичный отстойник; 4) аэротенк; 5) контактный резервуар.
		Последовательность стадий процесса биохимического окисления:	а) нитрификация; б) сорбция загрязнений; в) окисление легкоокисляемой органики; г) минерализация ила; д) окисление трудноокисляемой органики.
		Отличительные признаки аэротенка-смесителя ...	а) рассредоточенный впуск сточных вод и сосредоточенный впуск ила и отвод иловой смеси; б) рассредоточенный впуск сточных вод и ила, рассредоточенный отвод иловой смеси; в) сосредоточенный впуск сточных вод, сосредоточенный отвод иловой смеси, рассредоточенная подача ила; г) сосредоточенный впуск сточной воды, сосредоточенный отвод иловой смеси, рассредоточенная подача ила.
		Последовательность	а) контакт сточной воды с биопленкой;

		процесса биологической очистки сточных вод на биофильтрах:	б) отделение биопленки от воды; в) вода со смытой биопленкой попадает в междудонное пространство; г) равномерное распределение сточной воды по поверхности загрузки; д) обеззараживание.
		Последовательность стадий обработки осадка:	а) кондиционирование; б) уплотнение; в) обезвоживание; г) стабилизация.
5	Эффективная эксплуатация сооружений по очистке сточных вод. (ПК-2)	Последовательность операций, выполняемых при водо-воздушной промывке фильтра :	а) подача воды; б) подача воздуха и воды; в) спуск воды до уровня песка; г) пуск в работу.
		Устройство для поддержания постоянного давления газа в метантенках ...	а) регулятор давления; б) мокрый газгольдер; в) накопитель; г) газовая свеча.
		Коэффициент смешения γ – это ...	а) доля расхода воды водоема, участвующего в смешении со сточной водой в расчетном створе; б) отношение расходов водоема и сточной воды; в) соотношение скоростей потоков сбрасываемой в водоем сточной воды и речной воды.
		В работе механических решеток следует контролировать и автоматизировать:	а) максимальный перепад уровня жидкости; б) своевременность удаления песчаной пульпы; в) работу скребкового механизма.
		В работе аэротенков следует контролировать и автоматизировать:	а) максимальный перепад уровня жидкости; б) своевременность удаления активного ила; в) подачу воздуха.

5.4. Описание критериев оценивания компетенций и шкалы оценивания

При промежуточной аттестации в форме экзамена 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
ПК-1. Способен проводить очистку микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.	
Знания	Знание терминов, понятий, основных характеристик, технологических схем очистки
	Объем освоенного материала

	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Проводит очистку поверхностных и грунтовых вод микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.
	Научно обосновывает и доказывает правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод.
	Умение применять теорию при решении практических заданий
	Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам
Навыки	Навыки решения стандартных задач
	Анализ и обоснование результатов выполненных заданий с учетом современных научных представлений

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, понятий, законов и технологических схем очистки сточных вод	Не знает терминов и понятий, законов и технологических схем очистки сточных вод	Знает термины и понятия, законы и технологические схемы очистки сточных вод, но допускает неточности.	Знает термины и понятия, законы и технологические схемы очистки сточных вод, их интерпретирует и использует.	Знает термины и понятия, законы и технологические схемы очистки сточных вод, может корректно сформулировать их самостоятельно.
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 твердыми 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
Проводит очистку поверхностных и грунтовых вод микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.	Не умеет проводить очистку поверхностных и грунтовых вод микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.	Умеет проводить очистку поверхностных и грунтовых вод микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления, но допускает неточности.	Умеет проводить очистку поверхностных и грунтовых вод микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.	Умеет проводить очистку поверхностных и грунтовых вод микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленных загрязнений для их восстановления, может корректно использовать методы самостоятельно
Научно обосновывает и доказывает правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод.	Не умеет научно обосновывать и доказывать правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод.	Умеет научно обосновывать и доказывать правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод., но допускает неточности.	Умеет научно обосновывать и доказывать правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод в достаточном объеме.	Умеет научно обосновывать и доказывать правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод, может самостоятельно их использовать.
Умение проверять решения и анализировать результаты	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении практических задач. Не способен сформулировать и обосновать полученные результаты	Допускает ошибки при решении задач и выполнении заданий. Испытывает затруднения при формулировании и обосновании выводов	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий. Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам	Самостоятельно анализирует полученные результаты при решении задач и выполнении заданий. Самостоятельно формулирует, грамотно, с использованием научного стиля, обосновывает полученные результаты
Умение сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам.	Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Умеет сравнивать и сопоставлять полученные результаты без обобщения и выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам

Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Владеет навыками стандартных рекомендаций проведения работ по выявлению характера, степени загрязнения сточных вод	Не владеет навыками стандартных рекомендаций проведения работ по выявлению характера, степени загрязнения сточных вод	Владеет навыками стандартных рекомендаций проведения работ по выявлению характера, степени загрязнения сточных вод, но	Владеет навыками стандартных рекомендаций проведения работ по выявлению характера, степени загрязнения	Владеет навыками стандартных рекомендаций проведения работ по выявлению характера, степени загрязнения сточных вод, может корректно

		допускает неточности	сточных вод в достаточном объеме	применять их самостоятельно
Анализ и обоснование результатов выполненных заданий с учетом современных научных представлений	Не справляется с простейшими задачами при обработке и анализе экспериментальных данных	Допускает небольшие замечания при обработке и анализе экспериментальных данных	Грамотно и без ошибок справляется с простейшими задачами при обработке и анализе экспериментальных данных, допуская небольшие неточности	Грамотно и без ошибок справляется с простейшими задачами при обработке и анализе экспериментальных данных

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
ПК-2. Способен оценивать воздействие биотехнологических систем на окружающую среду, выбирать и использовать современные физико-химические и биологические методы для решения профессиональных задач в биотехнологии.	
Знания	Знание терминов, понятий, основных характеристик
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Научно обосновывает и доказывает правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод
	Использует современные физико-химические и биологические методы для очистки природных и сточных вод.
	Умение применять теорию при решении практических заданий
	Качественно оформляет (презентует) выполнение заданий
Навыки	Выбор методики выполнения задания
	Анализ результатов экспериментальных данных
	Оценка и интерпретация результатов экспериментальных данных

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, понятий, законов, современных физико-химических и биологических методик очистки сточных вод	Не знает терминов и понятий, законов, современных физико-химических и биологических методик очистки сточных вод	Знает термины и понятия, законы и современные физико-химические и биологические методы очистки сточных вод, но допускает неточности.	Знает термины и понятия, законы и современные физико-химические и биологические методик очистки сточных вод, их интерпретирует и использует.	Знает термины и понятия, законы и современные физико-химических и биологических методик очистки сточных вод, может корректно сформулировать их самостоятельно.
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 твердыми 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
Научно обосновывает и доказывает правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод	Не умеет научно обосновывать и доказывать правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод.	Умеет научно обосновывать и доказывать правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод, но допускает неточности.	Умеет научно обосновывать и доказывать правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод.	Умеет научно обосновывать и доказывать правильность принятия решений при разработке технологии очистки сточных вод, может корректно использовать методы самостоятельно
Использует современные физико-химические и биологические методы для очистки природных и сточных вод.	Не умеет использовать современные физико-химические и биологические методы для очистки природных и сточных вод.	Умеет использовать современные физико-химические и биологические методы для очистки природных и сточных вод., но допускает неточности.	Умеет использовать современные физико-химические и биологические методы для очистки природных и сточных вод в достаточном объеме.	Умеет использовать современные физико-химические и биологические методы для очистки природных и сточных вод, может самостоятельно их использовать.
Умение применять теорию при решении практических заданий	Допускает грубые ошибки при выполнении заданий и решении практических задач. Не способен сформулировать и обосновать полученные результаты	Допускает ошибки при решении задач и выполнении заданий. Испытывает затруднения при формулировании и обосновании выводов	Не допускает ошибок при решении задач и выполнении заданий. Формулирует, обосновывает и делает выводы по работам	Самостоятельно анализирует полученные результаты при решении задач и выполнении заданий. Самостоятельно формулирует, грамотно, с использованием научного стиля, обосновывает полученные результаты
Качественно оформляет (презентует) выполнение заданий	Не умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам	Умеет сравнивать и сопоставлять полученные результаты без обобщения и выводов	Умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам, допуская незначительные ошибки	Грамотно и аргументировано умеет сравнивать, сопоставлять, обобщать и делать выводы по полученным результатам

Оценка сформированности компетенций по показателю «Навыки»

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Выбор методики выполнения задания	Не владеет навыками стандартных рекомендаций проведения работ	Владеет навыками стандартных рекомендаций проведения работ	Владеет навыками стандартных рекомендаций проведения работ	Владеет навыками стандартных рекомендаций проведения работ очистки сточных

	очистки сточных вод	очистки сточных вод, но допускает неточности	очистки сточных вод в достаточном объеме	вод, может корректно применять их самостоятельно
Анализ результатов экспериментальных данных	Не владеет навыками по анализу полученных экспериментальных данных.	Владеет частичными навыками анализировать результаты экспериментальных данных и допускает ошибки при анализе результатов	Владеет навыками анализа результатов экспериментальных данных, допуская незначительные ошибки	Грамотно и квалифицированно владеет навыками анализа результатов экспериментальных данных
Оценка и интерпретация результатов экспериментальных данных	Не владеет навыками применения экспериментальных методик для обработки полученных результатов экспериментальных данных	Владеет навыками применения экспериментальных методик обработки полученных результатов экспериментальных данных, но не все может применить для обработки результатов	Владеет навыками применения экспериментальных методик обработки полученных результатов экспериментальных данных, допуская незначительные ошибки	Владеет навыками применения экспериментальных методик для обработки полученных результатов экспериментальных данных

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	Учебная аудитория для проведения лекционных занятий, консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации и самостоятельной работы	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук или компьютер
2	Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля	Специализированная аудитория для проведения лабораторных занятий, оснащенная специализированной мебелью, ламинарным микробиологическим боксом, аналитическими весами, климатостатом Р2, микроскопом Levenhuk D870T, микроскопом МБС-10, микроскопом Р-15, микроскопом УМ-301, микроскопом Р-11, осветителем МОЛ-ОИ 18А, осветителем ОИ-32, шкафом сушильным LF-404.
3	Зал электронных ресурсов, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
4	Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.

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 19.08.2023 г.
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. Наилучшие доступные технологии (НДТ) в водоотведении и очистке сточных вод: методические указания для практических занятий, самостоятельных работ и выполнения курсового проекта 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» / сост. Ж.А. Сапронова, Т.А. Василенко. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2016. – 50 с. Текст : электронный. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2019011111120374800000652203>
2. Биотехнологии очистки сточных вод: учебно-методическое пособие / составители А.Ю. Копнина, Б.Ю. Смирнов. — 2-е изд. — Самара : Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 52 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/91757.html>
3. Козачек, А. В. Современные системы очистки сточных вод. Лабораторный практикум : практикум / А. В. Козачек. — Тамбов : Тамбовский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2018. — 79 с. — ISBN 978-5-8265-1953-0. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/94376.html>
4. Барабаш, Н.В. Биохимические методы очистки сточных вод : учебное пособие / Н.В. Барабаш. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. — 98 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/63076.html>
5. Корзун, Н.Л. Современные методы исследования очистки сточных вод : учебное пособие для лекционных и лабораторных занятий магистрантов специальности 270800 «Строительство», магистерской программы

«Инновационные технологии водоотведения, очистки сточных вод, обработки и утилизации осадков (ВВМ) / Н. Л. Корзун, И. Б. Кузнецов. — Саратов : Вузовское образование, 2014. — 166 с. — Текст : электронный // Цифровой образовательный ресурс IPR SMART : [сайт]. — URL: <https://www.iprbookshop.ru/20415.html>

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

1. Электронная библиотечная система изд-ва Лань [сайт]. Режим доступа: <http://e.lanbook.com>
2. Электронно-библиотечная система IPRBooks [сайт]. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/>
3. Электронно-библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. Режим доступа: <http://biblioclub.ru/>
4. Электронно-библиотечная система «Консультант студента» [сайт]. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/>
5. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU [сайт]. Режим доступа: <http://elibrary.ru/>
6. Национальная электронная библиотека[сайт]. Режим доступа: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
7. Электронная библиотечная система «Юрайт» [сайт]. Режим доступа: <https://biblio-online.ru/>
8. Электронная библиотека НИУ БелГУ[сайт]. Режим доступа: <http://library-mp.bsu.edu.ru/MegaPro/Web>
9. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка» [сайт]. Режим доступа: <https://cyberleninka.ru>
10. Национальная электронная библиотека[сайт]. Режим доступа: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
11. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова на базе ПО «БиблиоТех» [сайт]. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/>