

**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

**Биоремедиация загрязненных почв**

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. с.-х. наук, доцент

(ученая степень и звание, подпись)



Е.А. Пендюрин

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры промышленной экологии

«28» апреля 2022 г., протокол № 8

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор

(ученая степень и звание, подпись)



С.В. Свергузова

(инициалы, фамилия)

Рабочая программа согласована с выпускающей кафедрой  
промышленной экологии

Заведующий кафедрой: д-р техн. наук, профессор

(ученая степень и звание, подпись)



С.В. Свергузова

(инициалы, фамилия)

«28» апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией института

«16» мая 2022 г., протокол № 9

Председатель канд. техн. наук, доцент

(ученая степень и звание, подпись)



Л.А. Порожнюк

(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><b>Знать:</b> основные цели и задачи, предлагаемых инновационных технологических решений для очистки микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать и оценивать исходные данные предлагаемых инновационных технологических решений для очистки микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения инновационных технологических решений для очистки микроорганизмами-деструкторами, полифункциональными микробными препаратами и отходами, почв от промышленных загрязнений для их восстановления.</p>
		ПК-1.2. Разрабатывает биотехнологические методы восстановления поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленного загрязнения	<p><b>Знать:</b> основные цели и задачи эффективных инновационных биотехнологических методов восстановления почв от промышленного загрязнения.</p> <p><b>Уметь:</b> анализировать и оценивать исходные данные биотехнологических методов восстановления почв от промышленного загрязнения.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками применения эффективных биотехнологических методов восстановления почв от промышленного загрязнения.</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

## 3. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

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

Дисциплина реализуется в рамках практической подготовки:

Форма промежуточной аттестации экзамен  
(экзамен, дифференцированный зачет, зачет)

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 3
Общая трудоемкость дисциплины, час	180	180
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	55	55
лекции	17	17
лабораторные	34	34
практические		
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	4	4
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	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

## 4. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем Курс 2 Семестр 3

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час			
		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям
1. Введение. Земля как природный ресурс и объект права..					
	Земля как природный ресурс и объект права. Структура земельного фонда России. Цель и задачи курса, место курса в системе экологических дисциплин. Значение курса в формировании квалифицированных специалистов экологического профиля. Ответственность за нарушение законодательства об охране и использовании земель. Структура земельного фонда России по категориям и видам.	2		4	10
2. Деградация земель. Понятие почвенного плодородия..					
	Понятие почвенного плодородия. Распределение нарушенных земель по категориям земель. Деградация земель. Причины и последствия нарушения и деградации земель. Природные, природно-антропогенные и антропогенные факторы деградации почв. Типы и виды деградации почв. Оценка степени деградации почв.	2		4	10
3. Правовые аспекты восстановления техногенно-нарушенных земель. Основные термины и определения по рекультивации земель.					
	Правовые аспекты рекультивации земель. История биоремедиации. Направления рекультивации земель. Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве. Общие требования к рекультивации земель. Требования к рекультивации земель по направлениям их использования. Направления рекультивации земель. Общие требования к рекультивации земель.	2		4	10
4. Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация.					
	Основные методы рекультивации нарушенных земель Рекультивация, коренная мелиорация,	2		4	10

	санация и биоремедиация. Понятие биоремедиации, ее принципы. Способы очистки загрязнённых почв (физические, химические, физико-химические, биохимические). Этапы восстановления техногенно-нарушенных земель. Проект рекультивации нарушенных земель.				
<b>5. Способы очистки загрязнённых почв.</b>					
	Физические способы очистки загрязнённых почв, химические, способы очистки загрязнённых почв, физико-химические способы очистки загрязнённых почв, биохимические способы очистки загрязнённых почв. Проект восстановления техногенно-нарушенных земель..	2		4	10
<b>6. Природная и инженерная биоремедиация. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ.</b>					
	Природная и инженерная биоремедиация. Роль микроорганизмов. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ: биореакторы, биофильтры, компостирование, рекультивация. Инженерная биоремедиация in situ: биовентиляция, фиторемедиация. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ. Принципы биоремедиации. Факторы, способствующие и ограничивающие процесс биоремедиации. Преимущества и недостатки биоремедиации. Биоаугментация. Генетически модифицированные микроорганизмы и биоремедиация. Фиторемедиация. Фитоэкстракция и фитодеградация. Ризофильтрация. Детоксикационный потенциал растений. Биodeградация органических поллютантов в корневой зоне растений.	2		4	11
<b>7. Мониторинг процесса биоремедиации.</b>					
	Мониторинг процесса биоремедиации в загрязнённой среде. Оценка эффективности биоремедиации. Оценка восстановления плодородия «уставших почв», оценка восстановления почв после загрязнения нефтепродуктов, оценка восстановления почв после загрязнения токсикантами.	2		4	10
	<b>ВСЕГО</b>	17		34	71

#### **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 № 3				
1	Введение. Земля как природный ресурс и объект права.	Методы исследования почв, отбор почвенных образцов для анализа, методика подготовки почвенных образцов к анализу. Определение структурного состояния и физических свойств почвы.	4	4
2	Деградация земель. Понятие почвенного плодородия.	Определение пригодности почв для рекультивации. Определение сульфат ионов и ионов тяжелых металлов в почвенных образцах. Определение токсичности почвы.	4	4
3	Правовые аспекты восстановления техногенно-нарушенных земель. Основные термины и определения по рекультивации земель.	Определение содержания гумуса по методу И.В. Тюрина. Определение емкости поглощения почвы. Определение кислотности и щелочности почвы.	4	4
4	Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация.	Культуртехнические и агрономические работы. Определение продуктов азотистого обмена почвы, определение фосфатов, определение калия в почвенных образцах.	4	4
5	Способы очистки загрязненных почв.	Физические, химические, физико-химические, биологические способы очистки загрязненных почв	4	4
6	Природная и инженерная биоремедиация. Стратегии биоремедиации: <i>in situ</i> и <i>ex situ</i> .	Определение микробной активности, определение активной биомассы. Определение КОЕ почвы.	8	8
7	Мониторинг процесса биоремедиации.	Определение дыхания почвы, определение разложения льняного волокна и фотопластинок.	6	6
	ВСЕГО:		34	34

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Не предусмотрено учебным планом

#### **4.5. Содержание расчетно-графического задания, индивидуальных домашних заданий**

Расчетно-графическое задание на тему «Расчет дозы биомелиоранта для восстановления техногенно-нарушенной территории» состоит из двух разделов. Первый раздел задания представлен теоретической частью с описанием характеристики обследуемой территории организационно-хозяйственных и технических мероприятий, предусматривающих коренное улучшение земли и прилегающей к ним территорий. Второй раздел задания представлен технологической схемой и расчетной частью расчета потребности в биореагенте для восстановления нарушенной почвы.

В заключение расчетно-графического задания предлагаются поэтапная технологическая схема с расчетом потребности и набором машин механизмов для рекультивации почвы.

### **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 и решения проблемной ситуации	Тестовый контроль; Защита лабораторных работ; Защита расчетно-графического задания; Экзамен
ПК-1.2. Разрабатывает биотехнологические методы восстановления поверхностных и грунтовых вод, почв от промышленного загрязнения	Тестовый контроль; Защита и выполнение лабораторных работ; Защита и выполнение расчетно-графического задания; Экзамен



## 5.2. Типовые контрольные задания для промежуточной аттестации

### 5.2.1. Перечень контрольных вопросов (типовых заданий) для экзамена / дифференцированного зачета / зачета

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1.	Введение. Земля как природный ресурс и объект права.	Расскажите о земле как природном ресурсе и объекте права. Какова структура земельного фонда России. Охарактеризуйте физические, химические и биологические свойства почвы. Ответственность за нарушение законодательства об охране и использовании земель. Раскройте сущность и структура земельного фонда России по категориям и видам.
2.	Деградация земель. Понятие почвенного плодородия.	Понятие почвенного плодородия. Как происходит распределение нарушенных земель по категориям. В чем проявляется деградация земель. Перечислите причины и последствия нарушения и деградация земель. Природные, природно-антропогенные и антропогенные факторы деградация почв. Опишите типы и виды деградация почв. Как происходит оценка степени деградация почв.
3.	Правовые аспекты восстановления техногенно-нарушенных земель. Основные термины и определения по рекультивации земель.	Охарактеризуйте правовые аспекты рекультивации земель. Расскажите об истории биоремедиации. Какие направления рекультивации земель вы знаете. Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве. В чем заключаются общие требования к рекультивации земель. Требования к рекультивации земель по направлениям их использования. Современные направления рекультивации земель.
4.	Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация.	Расскажите об основных методах рекультивации нарушенных земель. Что такое рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация. Понятие биоремедиации, ее принципы. Кратко охарактеризуйте этапы восстановления техногенно-нарушенных земель. Что включает проект рекультивации нарушенных земель.
5.	Способы очистки загрязненных почв.	Как осуществляют физическую очистку загрязненных почв. Охарактеризуйте химические способы очистки загрязненных почв. Кратко опишите физико-химические способы очистки загрязненных почв. Раскройте биохимические способы очистки загрязнённых почв.

6.	Природная и инженерная биоремедиация. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ.	Опишите природную и инженерную биоремедиацию. Какова роль микроорганизмов в ремедиации земель. Расскажите про стратегии биоремедиации: in situ и ex situ (биореакторы, биофильтры, компостирование, рекультивация). Охарактеризуйте инженерную биоремедиацию in situ (биоventиляция, фиторемедиация). Принципы биоремедиации. Перечислите факторы, способствующие и ограничивающие процесс биоремедиации. Каковы преимущества и недостатки биоремедиации. Биоаугментация. Генетически модифицированные микроорганизмы и биоремедиация. Что такое фиторемедиация. Детоксикационный потенциал растений это?. Как происходит биodeградация органических загрязнителей в корневой зоне растений.
7.	Мониторинг процесса биоремедиации.	Что такое мониторинг процесса. Как осуществляется оценка эффективности биоремедиации. Расскажите об процессе восстановления плодородия «уставших почв». Как происходит оценка восстановления почв после загрязнения нефтепродуктов. Расскажите про процесс восстановления почв после загрязнения токсикантами.

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсового проекта/ 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 выполнения лабораторных работ, выполнения и защиты расчетно-графического задания, тестовых контрольных работ.

Вопросы для защиты лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторной работы	Контрольные вопросы
семестр № 3			
1	Введение. Земля как природный ресурс и объект права.	Лабораторная работа 1. Методы исследования почв, отбор почвенных образцов	Расскажите о методах отбора почвенных образцов для. Какова методика подготовки почвенных образцов к анализу. Охарактеризуйте

		для анализа, методика подготовки почвенных образцов к анализу. Определение структурного состояния и физических свойств почвы.	физические, химические и биологические свойства почвы. Ответственность за нарушение законодательства об охране и использовании земель. Раскройте сущность и структура земельного фонда России по категориям и видам.
2	Деградация земель. Понятие почвенного плодородия.	Лабораторная работа 2. Определение пригодности почв для рекультивации. Определение сульфат ионов и ионов тяжелых металлов в почвенных образцах. Определение токсичности почвы.	Как проводится оценка пригодности почв для рекультивации. Как происходит распределение нарушенных земель по категориям. Расскажите, как определяют сульфат ионы в почвенных образцах. В чем проявляется деградация земель. Перечислите причины и последствия нарушения и деградации земель. Природные, природно-антропогенные и антропогенные факторы деградации почв. Опишите типы и виды деградации почв. Как происходит оценка степени деградации почв. Расскажите про методы определения тяжелых металлов в почвенных образцах.
3	Правовые аспекты восстановления техногенно-нарушенных земель. Основные термины и определения по рекультивации земель.	Лабораторная работа 3. Определение содержания гумуса по методу И.В. Тюрина. Определение емкости поглощения почвы. Определение кислотности и щелочности почвы.	Как проводят определение гумуса в почвенных образцах. Охарактеризуйте правовые аспекты рекультивации земель. Расскажите об истории биоремедиации. Какие направления рекультивации земель вы знаете. Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве. В чем заключаются общие требования к рекультивации земель. Требования к рекультивации земель по направлениям их использования. Современные направления рекультивации земель.
4	Рекультивация,	Лабораторная ра-	Расскажите про методы определе-

	коренная мелиорация, санация и биоремедиация.	бота 4. Культур-технические и агромелиоративные работы. Определение продуктов азотистого обмена почвы, определение фосфатов, определение калия в почвенных образцах.	ния азота и фосфора в почве. Расскажите об основных методах рекультивации нарушенных земель. Что такое рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация. Понятие биоремедиации, ее принципы. Кратко охарактеризуйте этапы восстановления техногенно-нарушенных земель. Что включает проект рекультивации нарушенных земель.
5	Способы очистки загрязненных почв.	Лабораторная работа 5. Физические, химические, физико-химические, биологические способы очистки загрязненных почв	Как осуществляют физическую очистку загрязненных почв. Охарактеризуйте химические способы очистки загрязненных почв. Кратко опишите физико-химические способы очистки загрязненных почв. Раскройте биохимические способы очистки загрязнённых почв.
6	Природная и инженерная биоремедиация. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ.	Лабораторная работа 6. Определение микробной активности, определение активной биомассы. Определение КОЕ почвы, Определение численности почвенных микроорганизмов методом посева на плотные питательные среды	Расскажите про сущность и особенности методов определения микроорганизмов в почвенных образцах. Опишите природную и инженерную биоремедиация. Какова роль микроорганизмов в ремедиации земель. Расскажите про стратегии биоремедиации: in situ и ex situ (биореакторы, биофильтры, компостирование, рекультивация). Охарактеризуйте инженерную биоремедиация in situ (биовентиляция, фиторемедиация). Принципы биоремедиации. Перечислите факторы, способствующие и ограничивающие процесс биоремедиации. Каковы преимущества и недостатки биоремедиации. Биоаугментация. Генетически модифицированные микроорганизмы и биоремедиация. Что такое фиторемедиация. Детоксикационный потенциал растений это?. Как происходит биodeградация органических поллютантов в корневой зоне растений.

7	Мониторинг процесса биоремедиации.	Лабораторная работа 7. Определение дыхания почвы, определение разложения льняного волокна и фотопластинок.	Что такое мониторинг процесса. Как осуществляется оценка эффективности биоремедиации. Расскажите об процессе восстановления плодородия «уставших почв». Как происходит оценка восстановления почв после загрязнения нефтепродуктов. Расскажите про процесс восстановления почв после загрязнения токсикантами.
---	------------------------------------	--	--

### **Тестовые задания к лабораторным работам**

#### **1. Направление рекультивации, включающее создание на нарушенных землях эксплуатационных, противэрозионных, полезационных, санитарно-гигиенических лесов**

1. сельскохозяйственное
2. водохозяйственное
3. рекреационное
4. лесохозяйственное

#### **2. Почвенный раствор представляет собой**

- a. вода с растворенными газами;
- b. жидкая часть почвы; вода с растворенными газами, минеральными и органическими веществами;
- c. дождевая вода.

#### **3. Оптимальная температура развития нитрификации:**

- a) 10-22 °С;
- б) 30-35 °С;
- в) 50-60 °С.

#### **4. Какие земли не относятся сельскохозяйственным угодьям**

- a) сенокосы
- б) дворы
- в) пастбища
- г) залежь

**5. К биологическим факторам загрязнения среды относят (более одного правильного ответа):** 1) микроорганизмы; 2) белково-витаминный концентрат; 3) ксенобиотики; 4) тяжелые металлы.

**6. Какие изменения происходят с органическими веществами в реакторе:**

- a) окисление до диоксида углерода и азот-, фосфор и серосодержащие питательные вещества;
- б) ассимиляция в активном иле;
- в) инертные вещества не претерпевают изменений;
- г) превращение в другие вещества;
- д) все выше перечисленное.

#### **7. Укажите представителей мицелиальных грибов:**

- 1 Aspergillus
- 2 Nostoc
- 3 Saccharomyces

- 4 Anabaena
- 5 Penicillium

**8. Использование методов биоиндикации позволяет решать задачи:**

- 1 экологического мониторинга                      3 фенологического мониторинга
- 2 географического мониторинга                    4 антропогенного мониторинга

**9. По каким характеристикам судят о биологической активности**

**почвы:**

- a. По интенсивности потребления кислорода и выделение углекислоты
- b. По интенсивности выделения тепловой энергии;
- c. По урожайности сельскохозяйственных культур;
- d. По наличию нитратов в почве.

**10. Ремедиация щелочных почв основывается на вытеснении (...) из**

**почвенного поглощающего комплекса ионами (.....)**

- a)натрия ;кальция, б) кальция; натрия, в)кальций, магний, г)магний, кальций

**11. Сопоставьте названия и варианты способов организации процесса**

**биологической очистки почв**

- 1) insitu            а) сбор и обработка загрязненных почв в биореакторах
- 2) onsitu           б) сбор и обработка загрязненных почв вблизи загрязнителя
- 3) exsitu           в) обработка загрязненного участка по месту загрязнения

**Перечень вопросов для защиты РГЗ**

Компетенция	вопросы
ПК-1	1. Раскройте биохимические способы очистки загрязнённых почв. 2. Опишите природную и инженерную биоремедиация. 3. Что включают организационно-хозяйственные и технические мероприятия 4. Какова роль микроорганизмов в ремедиации земель. 5. Расскажите про стратегии биоремедиации: insitu и exsitu (биореакторы, биофильтры, компостирование). 6. Охарактеризуйте инженерную биоремедиацияinsitu (биовентиляция, фиторемедиация). 7. Принципы биоремедиации. 8. Перечислите факторы, способствующие и ограничивающие процесс биоремедиации. 9. Каковы преимущества и недостатки биоремедиации..

**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:

Критериями оценивания достижений показателей являются:

Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине	Критерий оценивания
Знания	Знание терминов, определений, понятий
	Объем освоенного материала
	Полнота ответов на вопросы
	Четкость изложения и интерпретации знаний
Умения	Анализировать и оценивать полноту и качество выполненного задания
	Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы
	Качественно оформлять задания
Навыки	Анализ результатов выполненных заданий
	Анализ результатов решения задач
	Обоснование полученных результатов

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	Не знает терминов и определений, понятий.	Знает термины и определения, понятия, но допускает неточности формулировок.	Знает термины и определения, понятия	Знает термины и определения, понятия, может корректно сформулировать их самостоятельно.
Объем освоенного материала	Не знает основной материал	Знает основной материал, но допускает неточности.	Знает основной материал.	Знает основной материал
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	Неверно излагает и интерпретирует знания.	Излагает знания с нарушениями в логической последовательности. допускает неточности	Излагает знания без нарушений в логической последовательности	Грамотно излагает знания в логической последовательности, самостоятельно их интерпретируя и анализируя

Оценка сформированности компетенций по показателю Умения.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Анализировать и оценивать полноту и качество выполненного задания.	Не умеет анализировать и оценивать полноту и качество выполненного задания.	Умеет анализировать и оценивать полноту и качество выполненного задания, но допускает неточности.	Умеет анализировать и оценивать полноту и качество выполненного задания..	Умеет анализировать и оценивать полноту и качество выполненного задания.
Умение сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы	Не умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы.	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы, но допускает неточности.	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы.	Умеет сравнивать, сопоставлять и обобщать и делать выводы, может самостоятельно их использовать.
Умеет качественно оформлять задания	Не умеет качественно оформлять задания	Умеет качественно оформлять задания, но допускает неточности.	Умеет качественно оформлять задания	Умеет качественно оформлять задания

Оценка сформированности компетенций по показателю Навыки.

Критерий	Уровень освоения и оценка			
	2	3	4	5
Анализ результатов выполненных заданий	Не владеет навыками выполненных заданий.	Владеет навыками выполненных заданий, но допускает неточности.	Владеет навыками результатов выполненных заданий.	Владеет навыками результатов выполненных заданий, может корректно применять их самостоятельно.
Анализ результатов решения задач	Не владеет навыками решения задач.	Владеет навыками решения задач, но допускает неточности.	Владеет навыками решения задач.	Владеет навыками решения задач, может самостоятельно их использовать.
Обоснование полученных результатов	Не владеет навыками обоснования полученных результатов	Владеет навыками обоснования полученных результатов, но допускает неточности	Владеет навыками обоснования полученных результатов	Владеет навыками обоснования полученных результатов, может самостоятельно их использовать

## 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, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля, промежуточной аттестации, самостоятельной работы, выполнения РГЗ	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, стационарный экран, ноутбук, магнитно-меловая доска
2	Учебная аудитория для проведения лабораторных занятий, консультаций, текущего контроля, самостоятельной работы, РГЗ	Специализированная мебель. Мультимедийный проектор, стационарный экран, ноутбук, магнитно-меловая доска Бокс ламинарный микробиологический ЛБ-1; весы лабораторные 4 класса (ВЛЭ-510); баня водяная ЛВ-8; климатостат Р2; микроскоп Levenchuk D870T; микроскоп МБС-10; микроскоп Р-15; рН-метр рН-150МИ; шейкер-инкубатор BioScan ES-20; электрическая плитка; орбитальный шейкер ELMi S-3L.A20; дистиллятор UD-1100-10 Шейкер-инкубатор ES-20/80; биореактор Minifors 2; DH.WACR Witeg Steam стерилизатор; автоклав; комплекс лабораторного оборудования (стенд) Система водоподготовки: коагуляция и флокуляция (US-024); сушильный шкаф ULAB UT-4610; магнитная мешалка с подогревом US-4150D ULAB; весы аналитические; весы, до 0,01 г. DL-1002 DEMCOM; плита компактная электрическая УН-3545А; рефрактометр ИРФ-454 Б2Б с подвеской и дополнительной шкалой; спектрофотометр КФК-01. Шейкер LOIP LS-110/Q32 spec+; спектрофотометр УФ-3100 ТМ с поверкой; турбидиметр НІ98703-02 port; мельница МШЛ-1СК-1/2/4 в комплекте идут сменные размольные барабаны керамические на 1л, 2л и 4л; дистиллятор UD-1100-10; рН-метр; магнитная мешалка с подогревом US-0135H ULAB; весы, до 0,01 г. DL-1002 DEMCOM; весы аналитические, до 0,0001 г. DA-224C BEL ENGINEERING; плита компактная электрическая УН-3545А; рефрактометр портативный Вгіх 0-32%; рефрактометр портативный МЕГЕОН 72016; фотометр В-1200 ТМ/ЕСО
3	Методический кабинет	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, компьютер
4	Читальный зал библиотеки для самостоятельной работы	Специализированная мебель, компьютерная техника, подключенная к сети интернет и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду
5	Центр высоких технологий БГТУ ИМ. В.Г. Шухова	Коллоидно-химическое (нанотехнологическое) оборудование: Sorbi-MS прибор для измерения удельной поверхности и пористости по полной изотерме с станцией подготовки образцов SORBIPREP®; Прибор синхронного термического анализа STA 449 F1 Jupiter® фирмы NETZSCH (Германия); Лазерный анализатор Zetatrac, Microtrac (США); Дифференциальный калориметр ToniCAL модель 7338 Toni Technik Baustoffprufsysteme GmbH Gustav-

		<p>Meуer-Allee (Германия); Лазерный анализатор размеров частиц ANALYSETTE 22 NanoТес plus; Твердомер Nexus 4000 по Виккерсу, Кнупу, Бринеллю; KRUSSDSA30, прибор для измерения краевого угла смачивания; Прибор синхронного термического анализа STA 449 F1 Jupiter® фирмы NETZSCH (Германия).</p> <p>Пробоподготовка: планетарная мономельница PULVERISETTE 6 classic line; Шаровая планетарная мельница Retsch PM-100 Германия; Лабораторный смеситель (бегуны) тип LM-2e, фирма Morek Multi-serw (Польша).</p> <p>Печи автоклавы: Автоклав высокого давления для тестирования постоянства объема призм раствора, Testing (Германия); Автоклав с регулятором температуры Рантерм RX-22; Лабораторный автоклав с регулятором температуры рантерм RX- 22; Высокотемпературная микроволновая печь; Электродуховка сопротивления ТК. 16.1750 ДМ.К.1Ф. Термокерамика. Россия.</p> <p>Микробиологические исследования: Сухожаровой шкаф 115 л, до 220С, RE 115, с естественной вентиляцией, redLINE by Binder; Счетчик колоний автоматический Scan 500, цветная видеокамера, в комплекте с компьютером и ПО, Interscience (Франция); Автоклав вертикальный автоматический MLS-2420U Sanyo Япония; Шейкер-инкубатор ES-20 в комплекте с платформами, BioSan Латвия; Термостат RI 115 с естественной вентиляцией redLINE by Binder; Медицинский (фармацевтический) холодильник/морозильник MPR-414F Sanyo Япония; Жидкостный термостат BT20-3.</p> <p>Климатическое оборудование: Климатическая камера ILKA; Морозильная камера горизонтальная GFL -6341.</p> <p>Микроскопы: Сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения TESCAN MIRA 3 LMU; Универсальный оптический исследовательский микроскоп NU-2 (Kari Zeiss) (Германия); Поляризационный микроскоп ПОЛАМ Р-312; Микротвердомер ПМТ-3; Микроскоп Биолом И ЛОМО (Россия); Универсальный микроскоп НЕОРНОТ 32 (Karl Zeiss, Jena) (Германия);</p> <p>Спектральный анализ: Спектрометр эмиссионный «СПАС-02»; Рентгенофлуоресцентный спектрометр серии ARL 9900 Workstation со встроенной системой дифракции; РЖ-спектрометр VERTEX 70; УВИ-спектрофотометр «СФ-56», Россия; Рентгеновский дифрактометр ARL X'TRA. Thermo Fisher Scientific; Дифрактометр рентгеновский ДРОП1 – 3М; Спектрофотометр LEKI SS1207.</p>
--	--	---

## 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

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
		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 19.08.2022
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. Другов, Ю.С., Родин А.А. Анализ загрязненной почвы и опасных отходов: практическое руководство / Ю.С. Другов, А.А. Родин. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 <http://www.iprbookshop.ru/4581>
2. Гельцер Ю.Г. Биологическая диагностика почв. М.: Изд-во МГУ, 1986. 82 с.
3. Заварзин Г.А., Колотилова Н.Н. Введение в природоведческую микробиологию. М.: Книжный дом «Университет», 2001. 256 с.
4. Мелиорация земель: учебник для студентов вузов, обучающихся по направлению подготовки Природообустройство и водопользование (бакалавр, магистр) / ред. А. И. Голованов. - Издательство 2-е, испр. и доп. – Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015. – 816 с
5. Спецкурс по гидромелиорации: учебно-практическое пособие для студентов направления магистратуры 20.04.02 – Природообустройство и водопользование: Пендюрин Е. А., Смоленская Л. М. – Издательство: Изд-во БГТУ им. В. Г. Шухова, 2017. – 112 с.  
<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2017100312464407100000653076>
6. Зайдельман, Ф.Р. Мелиорация почв: учебник / Ф.Р. Зайдельман М.: Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, 2003 <http://www.iprbookshop.ru/13059>
7. Вальков, В.Ф. Почвоведение: учебник / В.Ф. Вальков, К.Ш. Казеев, С. И. Колесников.- М.: 2006. - 495 с.

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

Журналы:

1. «Биотехнология»
2. «Микробиология»
3. «Прикладная биохимия и микробиология»
4. «Известия РАН. Серия биологическая»

5. «Успехи современной биологии»
6. «Экология производства»

Реферативные журналы (основное информационное издание содержащие преимущественно рефераты, иногда аннотации и библиографические описания литературы, представляющей наибольший интерес для науки).

1. Биология. Биотехнология.
2. Биология. Микробиология.
3. Биология. Прикладная микробиология.

Интернет-ресурсы, профессиональные базы данных

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://biblionline.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. Бюро наилучших доступных технологий (Бюро НДТ) [сайт]. Режим доступа: <https://www.burondt.ru>
11. Справочная правовая система [сайт]. Режим доступа: <http://www.consultant.ru/>
12. Справочная система ГАРАНТ [сайт]. Режим доступа: <https://base.garant.ru/>
13. Министерство природных ресурсов и экологии Российской Федерации [сайт]. Режим доступа: <http://www.mnr.gov.ru>
14. Национальная электронная библиотека [сайт]. Режим доступа: <http://xn--90ax2c.xn--p1ai/>
15. Электронная библиотека БГТУ им. В.Г. Шухова на базе ПО «БиблиоТех» [сайт]. Режим доступа: <https://elib.bstu.ru/>
16. Информационная деятельность в области экобиотехнологии [сайт]. Режим доступа: <http://ecobiotech.ru>
17. Экологические биотехнологии - научный информационный журнал «Экологические биотехнологии» [сайт]. Режим доступа: <http://biofile.ru/bio/17196.html> –
18. Журнал Экология производства «Экология производства» [сайт]. Режим доступа: <http://www.ecoindustry.ru/literature/view/487.html> –
19. Журнал «Коммерческие биотехнологии» [сайт]. Режим доступа: <http://cbio.ru/page/51/id/3074/> –