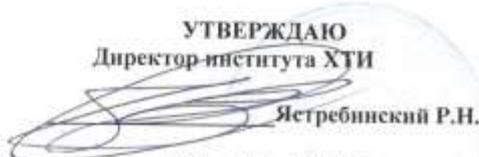


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«БЕЛГОРОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ  
ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ им. В.Г.ШУХОВА»**  
(БГТУ им В.Г. Шухова)

УТВЕРЖДАЮ  
Директор-института ХТИ

 Ястребницкий Р.Н.

«16» мая 2022 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**  
**дисциплины**  
**Биоремедиация техногенно нарушенных почв**

Направление подготовки (специальность):

19.03.01 – Биотехнология

Направленность программы (профиль, специализация):

**Биотехнология**

Квалификация:

бакалавр

Форма обучения

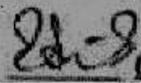
Очная

Институт Химико-технологический  
Кафедра промышленной экологии

Белгород – 2022 г.

Рабочая программа составлена на основании требований:

- Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования – бакалавриат по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10 августа 2021 г. № 736;
- учебного плана, утвержденного ученым советом БГТУ им. В.Г. Шухова в 2022 году.

Составитель: канд. с.х. наук, доц.  /Е.А. Пендюрин /

Рабочая программа обсуждена на заседании кафедры промышленной экологии

«28» апреля 2022 г., протокол № 8

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/

«28» апреля 2022 г.

Рабочая программа одобрена методической комиссией химико-технологического института

«16» мая 2022 г., протокол № 9

Председатель: канд. техн. наук, доц.  (Л.А. Порожнюк)

## ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Категория (группа) компетенций	Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания результата обучения по дисциплине
Профессиональные компетенции	ПК-2. Способен оценивать экологическую (биологическую) безопасность материалов, технологий и промышленных объектов; разрабатывать биологические технологии реабилитации земель, акваторий, атмосферы	ПК-2.2. Участвует в проведении работ по выявлению характера, степени нарушенности земель, загрязнения акваторий и воздуха; разрабатывает технологии проведения их биотехнологической реабилитации	<b>Знать:</b> основные цели и задачи организации и управления экологической (биологической) безопасности материалов, технологий и промышленных объектов. Технологии реабилитации земель. <b>Уметь:</b> анализировать и оценивать данные экологической (биологической) безопасности материалов, технологий и промышленных объектов. Технологии реабилитации земель. <b>Владеть:</b> навыками применения методов инструментального контроля исходных данных экологической (биологической) безопасности материалов, технологий и промышленных объектов. Технологии реабилитации земель

### 1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Содержание дисциплины основывается и является логическим продолжением следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины
1	Промышленная экология биотехнологических производств
2	Биоповреждение материалов
3	Технологии предотвращения биокоррозии

Содержание дисциплины служит основой для изучения следующих дисциплин:

№	Наименование дисциплины
1	Экологический менеджмент и аудит биотехнологических производств
2	Биологические методы очистки сточных вод
3	Биологическая очистка и дезодорация газов
4	Производственная преддипломная практика

## 2. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зач. единиц, 216 часов.

Вид учебной работы	Всего часов	Семестр № 7
Общая трудоемкость дисциплины, час	216	216
<b>Контактная работа (аудиторные занятия), в т.ч.:</b>	124	124
лекции	34	34
лабораторные	34	34
практические	51	51
групповые консультации в период теоретического обучения и промежуточной аттестации	5	5
<b>Самостоятельная работа студентов, включая индивидуальные и групповые консультации, в том числе:</b>	92	92
Курсовой проект		
Курсовая работа	36	36
Расчетно-графическое задание		
Индивидуальное домашнее задание		
Самостоятельная работа на подготовку к аудиторным занятиям (лекции, практические занятия, лабораторные занятия)	20	20
Экзамен	36	36

## 3. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 4.1 Наименование тем, их содержание и объем

Курс 4 Семестр 7

№ п/п	Наименование раздела (краткое содержание)	Объем на тематический раздел по видам учебной нагрузки, час
-------	---	---

		Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Самостоятельная работа
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.	4	6	4	2
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.	4	6	4	2
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.	4	6	4	4
4. Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация.					
	Основные методы рекультивации нарушенных земель Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация. Понятие биоремедиации, ее принципы. Способы очистки загрязнённых почв (физические, химические, физико-химические, биохимические). Этапы восстановления техногенно-нарушенных земель.	4	6	4	4

	Проект рекультивации нарушенных земель.				
5. Способы очистки загрязнённых почв.					
	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.	4	6	4	6
6. Природная и инженерная биоремедиация. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ.					
	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. Ризофилтрация. Детоксикационный потенциал растений. Биodeградация органических поллютантов в корневой зоне растений.	7	11	7	16
7. Мониторинг процесса биоремедиации.					
	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.	7	10	7	2
	ВСЕГО	34	51	34	20

#### 4.2. Содержание практических (семинарских) занятий

№ п /	Наименование раздела дисциплины	Тема практического (семинарского) занятия	К-во. Часов	К-во часов СРС
семестр № <u>7</u>				
1	Введение. Земля как природный ресурс и объект права.	Структура земельного фонда России по категориям и видам. Ответственность за нарушение	6	2

		законодательства об охране и использовании земель.		
2	Дегградация земель. Понятие почвенного плодородия.	Дегградация земель. Типы и виды дегградации почв. Причины и последствия нарушения и дегградации земель. Природно-антропогенные и антропогенные факторы дегградации почв.	6	2
3	Правовые аспекты восстановления техногенно-нарушенных земель. Основные термины и определения по рекультивации земель.	Общие требования к рекультивации земель. Направления рекультивации земель. Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве.	6	4
4	Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация.	Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация. Понятие биоремедиации, ее принципы.	6	2
5	Способы очистки загрязненных почв.	Физические способы очистки загрязненных почв, химические, способы очистки загрязнённых почв, физико-химические способы очистки загрязнённых почв, биохимические способы очистки загрязнённых почв.	6	2
6	Природная и инженерная биоремедиация. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ.	Природная и инженерная биоремедиация. Роль микроорганизмов. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ	11	4
7	Мониторинг процесса биоремедиации.	Мониторинг процесса биоремедиации в загрязненной среде. Оценка эффективности биоремедиации.	10	2
ИТОГО:			34	17

### 4.3.Содержание лабораторных занятий

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	К-во. часов	К-во часов СРС
семестр № 7				

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	2
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	2
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 агромелиоративные работы. Определение продуктов азотистого обмена почвы, определение фосфатов, определение калия в почвенных образцах.	4	2
5	Способы очистки загрязненных почв.	Физические, химические, физико-химические, биологические способы очистки загрязненных почв	4	2
6	Природная инженерная биоремедиация. Стратегии биоремедиации: <i>in situ</i> и <i>ex situ</i> .	Определение микробной активности, определение активной биомассы. Определение КОЕ почвы	7	4
7	Мониторинг процесса биоремедиации.	Определение дыхания почвы, определение разложения льняного волокна и фотопластинок.	7	2
ВСЕГО:			34	17

#### 4.4. Содержание курсового проекта/работы

Курсовая работа на тему «Расчет биомелиоранта для рекультивации 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 курсовой работы предлагаются поэтапная технологическая схема с расчетом потребности и набором машин механизмов для рекультивации почвы.

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

Не предусмотрено учебным планом

### 4. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

#### 5.1. Реализация компетенций

**Компетенция ПК-2.** Способен оценивать экологическую (биологическую) безопасность материалов, технологий и промышленных объектов; разрабатывать биологические технологии реабилитации земель, акваторий, атмосферы

Наименование индикатора достижения компетенции	Используемые средства оценивания
ПК-2.2. Участвует в проведении работ по выявлению характера, степени нарушенности земель, загрязнения акваторий и воздуха; разрабатывает технологии проведения их биотехнологической реабилитации	Защита лабораторных работ; Защита и практических работ Защита курсовой работы; Экзамен

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

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание вопросов (типовых заданий)
1	Введение. Земля как природный ресурс и объект права. ПК-3	1. Расскажите о земле как природном ресурсе и объекте права. 2. Какова структура земельного фонда России. 3. Охарактеризуйте физические химические и

		<p>биологические свойства почвы.</p> <p>4. Ответственность за нарушение законодательства об охране и использовании земель.</p> <p>5. Раскройте сущность и структура земельного фонда России по категориям и видам.</p>
2	<p>Дегградация земель. Понятие почвенного плодородия. ПК-3</p>	<p>1. Понятие почвенного плодородия.</p> <p>2. Как происходит распределение нарушенных земель по категориям.</p> <p>3. В чем проявляется дегградация земель.</p> <p>4. Перечислите причины и последствия нарушения и дегградации земель. Природные, природно-антропогенные и антропогенные факторы дегградации почв.</p> <p>5. Природные, природно-антропогенные и антропогенные факторы дегградации почв.</p> <p>6. Опишите типы и виды дегградации почв.</p> <p>7. Как происходит оценка степени дегградации почв.</p>
3	<p>Правовые аспекты восстановления техногенно-нарушенных земель. Основные термины и определения по рекультивации земель. ПК-3</p>	<p>1. Охарактеризуйте правовые аспекты рекультивации земель.</p> <p>2. Расскажите об история биоремедиации.</p> <p>3. Какие направления рекультивации земель вы знаете.</p>
4	<p>Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация ПК-3.</p>	<p>1. Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве.</p> <p>2. В чем заключаются общие требования к рекультивации земель.</p> <p>3. Требования к рекультивации земель по направлениям их использования.</p> <p>4. Современные направления рекультивации земель.</p> <p>5. Расскажите об основных методах рекультивации нарушенных земель</p> <p>6. Что такое рекультивация почв</p>
5	<p>Способы очистки загрязненных почв. ПК-3</p>	<p>1. Что такое коренная мелиорация почв</p> <p>2. Что такое санация и биоремедиация почв.</p> <p>3. Понятие биоремедиации, ее принципы.</p> <p>4. Кратко охарактеризуйте этапы восстановления техногенно-нарушенных земель.</p> <p>5. Что включает проект рекультивации нарушенных земель.</p>
6	<p>Природная и инженерная биоремедиация. Стратегии биоремедиации: in</p>	<p>1. Как осуществляют физическую очистку загрязненных почв.</p> <p>2. Охарактеризуйте химические способы очистки загрязненных почв.</p> <p>3. Кратко опишите физико-химические способы</p>

	situ и ex situ. ПК-3	<p>очистки загрязненных почв.</p> <p>4. Раскройте биохимические способы очистки загрязнённых почв.</p> <p>5. Опишите природную и инженерную биоремедиация.</p> <p>6. Какова роль микроорганизмов в ремедиации земель.</p> <p>7. Расскажите про стратегии биоремедиации: insitu и exsitu (биореакторы, биофильтры, компостирование).</p> <p>8. Охарактеризуйте инженерную биоремедиацияinsitu (биовентиляция, фиторемедиация).</p> <p>9. Принципы биоремедиации.</p> <p>10. Перечислите факторы, способствующие и ограничивающие процесс биоремедиации.</p> <p>11. Каковы преимущества и недостатки биоремедиации.</p> <p>12. Кратко опишите, что такое биоаугментация.</p> <p>13. Генетически модифицированные микроорганизмы и биоремедиация.</p> <p>14. Что такое фиторемедиация.</p> <p>15. Детоксикационный потенциал растений это?</p> <p>16. Как происходит биodeградация органических поллютантов в корневой зоне растений.</p> <p>17. Что такое мониторинг процесса.</p> <p>18. Как осуществляется оценка эффективности биоремедации.</p> <p>19. Расскажите об процессе восстановления плодородия «уставших почв».</p>
7	Мониторинг процесса биоремедиации. ПК-3	<p>1. Что такое мониторинг процесса биоремедиации.</p> <p>2. Как происходит оценка восстановления почв после загрязнения.</p> <p>3. Расскажите про задачи мониторинга загрязняемых почв</p>

### 5.2.2. Перечень контрольных материалов для защиты курсовой работы

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

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

#### Вопросы для защиты практических работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Контрольные вопросы
семестр № 7			
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.	Расскажите про методы исследования почв, отбор почвенных образцов для анализа Методика подготовки почвенных образцов к анализу. Как определить структурный состав и физических свойств почвы.
2	Деградация земель. Понятие почвенного плодородия.	Деградация земель. Типы и виды деградации почв. Причины и последствия нарушения и деградации земель. Природно-антропогенные и антропогенные факторы деградации почв.	Что такое деградация земель. Типы и виды деградации почв. Причины и последствия нарушения и деградации земель. Природно-антропогенные и антропогенные факторы деградации почв.
3	Правовые аспекты восстановления техногенно-нарушенных земель. Основные термины и определения по рекультивации	Общие требования к рекультивации земель. Направления рекультивации земель. Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего	Общие требования к рекультивации земель. Направления рекультивации земель. Классификация нарушенных земель по направлениям рекультивации в зависимости от видов последующего использования в народном хозяйстве.

	земель.	использования в народном хозяйстве.	
4	Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация.	Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация. Понятие биоремедиации, ее принципы.	Что такое рекультивация земель. Что такое коренная мелиорация, санация и биоремедиация. Понятие биоремедиации, ее принципы.
5	Способы очистки загрязненных почв.	Физические способы очистки загрязненных почв, химические, способы очистки загрязнённых почв, физико-химические способы очистки загрязнённых почв, биохимические способы очистки загрязнённых почв.	Физические способы очистки загрязненных почв. Химические способы очистки загрязнённых почв. Физико-химические способы очистки загрязнённых почв. Биохимические способы очистки загрязнённых почв.
6	Природная и инженерная биоремедиация. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ.	Природная и инженерная биоремедиация. Роль микроорганизмов. Стратегии биоремедиации: in situ и ex situ	Природная и инженерная биоремедиация. Роль микроорганизмов в биоремедиации почв. Стратегии биоремедиации: in situ. Стратегия биоремедиации ex situ
7	Мониторинг процесса биоремедиации.	Мониторинг процесса биоремедиации в загрязненной среде. Оценка эффективности биоремедиации.	Мониторинг процесса биоремедиации в загрязненной среде. Оценка эффективности биоремедиации

#### 5.2.4. Вопросы для защиты лабораторных работ

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Тема лабораторного занятия	Контрольные вопросы
семестр № <u>7</u>			
1	Введение. Земля как природный	Методы исследования почв, отбор почвенных	Охарактеризуйте строение почвенного профиля. Классификация почв по мощности

	ресурс и объект права.	образцов для анализа, методика подготовки почвенных образцов к анализу. Определение структурного состояния и физических свойств почвы.	почвенных горизонтов. Особенности отбора почвенных образцов. Классификация видов почв по механическим элементам. Особенности строения почвенных горизонтов А,В,С,Д,Г.
2	Деградация земель. Понятие почвенного плодородия.	Определение пригодности почв для рекультивации. Определение сульфат ионов и ионов тяжелых металлов в почвенных образцах. Определение токсичности почвы.	Перечислите основные физические свойства почвы. Классификация механических элементов почвы по крупности. Как классифицируются почвы по механическим элементам. Классификация почв по пригодности для рекультивации
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.	Классификация гумусовых веществ, содержащихся в почве. Роль органического вещества в почвообразовании. Что понимают под поглотительной способностью почв. Структура почвенного поглощающего комплекса.
4	Рекультивация, коренная мелиорация, санация и биоремедиация.	Культуртехнические и агромелиоративные работы. Определение продуктов азотистого обмена почвы, определение фосфатов, определение калия в почвенных образцах.	Особенности азотистого обмена в почвенных горизонтах. Способы поступления азота в почву. Круговорот фосфора в природе. Источники поступления соединений фосфора в почву. Соединения калия в различных типах почв. Особенности круговорота калия.
5	Способы очистки загрязненных почв.	Физические, химические, физико-химические, биологические	Физические способы очистки почв. Химические способы очистки почв. Физико-химические способы очистки почв.

		способы очистки загрязненных почв	Биологические способы очистки загрязненных почв
6	Природная и инженерная биоремедиация Стратегии биоремедиации : in situ и ex situ.	Определение микробной активности, определение активной биомассы. Определение КОЕ почвы	Как определить микробную активности почв. Расскажите про способ определения активной биомассы. Как определить КОЕ почвы
7	Мониторинг процесса биоремедиации.	Определение дыхания почвы, определение разложения льняного волокна и фотопластинок.	Способ определения дыхания почвы. Способ определения разложения льняного волокна. Способ определения разложения фотопластинок

#### 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	Умеет качественно оформлять задания	Умеет качественно оформлять задания

		неточности.	
--	--	-------------	--

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				

## 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	Центр высоких технологий для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля,	<p>Специализированная мебель</p> <p>Оборудование:</p> <p>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 ToniTechnikBaustoffprufsystemeGmbHGustav-Meyer-Allee (Германия); Лазерный анализатор размеров частиц ANALYSETTE 22 NanoTecplus; Твердомер Nexus 4000 по Виккерсу, Кнупу, Бринеллю; KRUSSDSA30, прибор для измерения краевого угла смачивания; Прибор синхронного</p>

		термического анализа STA 449 F1 Jupiter® фирмы NETZSCH (Германия). Печи автоклавы: автоклав высокого давления для тестирования постоянства объема призм раствора, Testing (Германия); Автоклав с регулятором температуры РантермRX-22; Лабораторный автоклав с регулятором температуры рантерм RX- 22; Высокотемпературная микроволновая печь; Электропечь сопротивления ТК. 16.1750 ДМ.К.1Ф. Термокерамика. Россия. Микроскопы: сканирующий электронный микроскоп высокого разрешения TESCANMIRA 3 LMU; Поляризационный микроскоп ПОЛАМ Р-312; Микротвердомер ПМТ-3; Микроскоп Биолам И ЛОМО (Россия); Универсальный микроскоп НЕОРНОТ 32 (KarlZeiss, Jena) (Германия).
2	Учебная лаборатория для проведения лабораторных занятий, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля.	Специализированная мебель, весы лабораторные аналитические ВЛР-200, весы лабораторные технические ВЛКТ-500, иономер И-500, иономер И-150, нитратомер АНИОН 4101, стерилизатор воздушный ГП-20, баня водяная ЛВ-8, центрифуга лабораторная ОПн, центрифуга ЦЛС-31М, спектрофотометр СФ-46, рефрактометр УРЛ, ИРФ-454, титратор ТПР, хроматограф «Цвет-3006», анализатор «Экотест», мешалка МР-5, весы торсионные, аппарат для встряхивания, колориметр фотоэлектрический КФК-2МП, приспособление титровальное ТПР.
4	Читальный зал учебной литературы, здание библиотеки	Специализированная мебель, компьютерная техника подключенная к сети «Интернет» и имеющая доступ в электронную информационно-образовательную среду.
5	Методический кабинет	Специализированная мебель, мультимедийный проектор, переносной экран, ноутбук.

## 6.2. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение

### 5.

№	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

№	Перечень лицензионного программного обеспечения.	Реквизиты подтверждающего документа
		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 19.08.2022г.
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. Другов, Ю.С.. 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. Голованов, А.И. Рекультивация нарушенных земель: учебник для вузов/А.И. Голованов,Ф.М. Зимин, В.И. Сметанин; ред. А.И. Голованова.- Изд. 2-е испр. И доп.- Санкт-Петербург; Москва; Краснодар: Лань, 2015.- 324 с.
3. Пендюрин Е.А, Смоленская Л.М. Биоремедиация техногенно-нарушенных почв. Лабораторный практикум для направления бакалавриата 19.03.01 – Биотехнология Белгород: Изд-во БГТУ им. В.Г. Шухова, 2021. – 71с.
4. Пендюрин, Е.А. Почвоведение и инженерная геология: Лабораторный практикум / Е. А. Пендюрин, Л.М. Смоленская, А.С. Черныш. - Белгород: Изд-во БГТУ, 2013<https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2014040920533642714800006839>
5. Пендюрин, Е.А. Почвоведение: учебное пособие / Е.А. Пендюрин, М.М. Латыпова. – Белгород: Изд-во БГТУ, 2009. <https://elib.bstu.ru/Reader/Book/2013040919354862113900003514>
6. Пендюрин, Е.А. Экология землепользования: Учебно-практическое пособие / Е.А. Пендюрин, Л.М. Смоленская, В.Г. Рыбин.- Белгород: Изд-во БГТУ, 2015. - 106 с.

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

1. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU. <http://elibrary.ru/>
2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань». <http://e.lanbook.com>
3. Электронно-библиотечная система «IPRbooks». <http://www.iprbookshop.ru/>
4. Почвоведение <https://soil.msu.ru/nauka/zhurnal-pochvovedenie.ru>

## 7. УТВЕРЖДЕНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ<sup>1</sup>

Рабочая программа утверждена на 20\_\_\_\_ /20\_\_\_\_ учебный год  
без изменений / с изменениями, дополнениями<sup>2</sup>

Протокол № \_\_\_\_\_ заседания кафедры от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20\_\_ г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

Директор института \_\_\_\_\_  
подпись, ФИО

---

<sup>1</sup> Заполняется каждый учебный год на отдельных листах

<sup>2</sup> Нужно подчеркнуть