

**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ДЕПАРТАМЕНТ ОБРАЗОВАНИЯ И КАДРОВОЙ ПОЛИТИКИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«Красноярский государственный аграрный университет»**

Институт агроэкологических технологий
Кафедра «Экология и
природопользование»

СОГЛАСОВАНО:

Директор института
"16" 02 2026 г.

Грубер В.В.

УТВЕРЖДАЮ:

Ректор
"27" 02 2026 г.

Пыжикова Н.И.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Биоремедиация

ФГОС ВО

направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование»,
(код, наименование)

Направленность (профиль) «Экологическая безопасность»

Курс 2

Семестр 4

Форма обучения очная

Квалификация выпускника Бакалавр

Красноярск, 2026



ДОКУМЕНТ ПОДПИСАН
УСИЛЕННОЙ КВАЛИФИЦИРОВАННОЙ
ЭЛЕКТРОННОЙ ПОДПИСЬЮ
ВЫДАННОЙ: ФГБОУ ВО КРАСНОЯРСКИЙ ГАУ
ВЛАДЕЛЕЦ: РЕКТОР ПЫЖИКОВА Н.И.
ДЕЙСТВИТЕЛЕН: 15.05.2025 - 08.08.2026

Составитель: Попова (Коротченко) И.С. канд. биол. наук, доцент
«10» февраля 2026 г.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность (профиль) «Экологическая безопасность»

Программа обсуждена на заседании кафедры «Экология и природопользование» протокол № 6 от «10» февраля 2026 г.

Зав. кафедрой: Попова И.С. канд. биол. наук, доцент
«10» февраля 2026 г.

Лист согласования рабочей программы

Программа принята методической комиссией института агроэкологических технологий протокол № 6 «16» февраля 2026 г.

Председатель методической комиссии Батанина Е.В., канд. биол. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«16» февраля 2026 г.

Зав. выпускающей кафедры по специальности 05.03.06 «Экология и природопользование», направленность (профиль) «Экологическая безопасность»

Попова Ирина Сергеевна, канд. биол. наук, доцент
(ФИО, ученая степень, ученое звание)

«16» февраля 2026 г.

* - В качестве рецензентов могут выступать работодатели, вузы по профилю, НИИ

Оглавление

АННОТАЦИЯ	4
1. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
2. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ	4
3. ОРГАНИЗАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКИЕ ДАННЫЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	6
4.1. Трудоемкость модулей и модульных единиц дисциплины	6
4.2. Содержание модулей дисциплины	7
4.3. Лекционные/лабораторные/практические/семинарские занятия.....	8
4.4. ЛАБОРАТОРНЫЕ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/СЕМИНАРСКИЕ ЗАНЯТИЯ	10
РАБОТА № 6. ОЦЕНКА СПОСОБНОСТИ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ СНИЖАТЬ РАДИОАКТИВНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ	10
4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний	11
4.5.1. <i>Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний</i>	11
<i>Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний</i>	12
4.5.2. <i>Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/учебно-исследовательские работы</i>	13
5. ВЗАИМОСВЯЗЬ ВИДОВ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ	13
6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	14
6.1. КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ (ТАБЛИЦА 9)	14
6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»).....	16
6.3. Программное обеспечение.....	16
7. КРИТЕРИИ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ, НАВЫКОВ И ЗАЯВЛЕННЫХ КОМПЕТЕНЦИЙ	16
8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ	17
9. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ	18
9.1. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ	18
9.2. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ	18

Аннотация

Дисциплина «Биоремедиация» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 Дисциплины (модули) подготовки студентов по направлению подготовки по направлению подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».

Дисциплина реализуется в институте агроэкологических технологий кафедрой «Экология и природопользование».

Дисциплина нацелена на формирование профессиональных компетенций (ПК-8, ПК-11) выпускника.

Содержание дисциплины охватывает круг вопросов, связанных с аспектами использования экологических биотехнологий и методов, спецификой различных организмов и их сообществ, предназначенных для биологической очистки водных и почвенных сред, воздуха, природных водоемов, переработкой различных отходов деятельности человека, эколого-экономические основы природоохранной деятельности и использования экобиотехнологий. Определенное внимание уделено методам и технологиям, предназначенным для удаления таких приоритетных загрязнений, как нефть и нефтепродукты, тяжелые металлы.

Преподавание дисциплины предусматривает следующие формы организации учебного процесса: лекции, практические работы, самостоятельная работа студента.

Программой дисциплины предусмотрены следующие виды контроля: текущий контроль успеваемости в форме защиты работ, реферата, собеседования и промежуточная аттестация в форме зачета (итоговое тестирование).

Общая трудоемкость освоения дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 часов. Программой дисциплины предусмотрены лекционные (18 часов), практические (54 часа), самостоятельной работы студента (36 часов).

1. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биоремедиация» включена в ОПОП, в часть, формируемую участниками образовательных отношений блока 1 Дисциплины (модули), является факультативной дисциплиной.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Биоремедиация» являются «Прикладная экология», «Основы природопользования», «Методы экологических исследований».

Дисциплина «Биоремедиация» является основополагающим для изучения следующих дисциплин: «Сельскохозяйственная экология», «Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза».

Особенностью дисциплины является то, что знания и навыки, полученные при изучении данной дисциплины, используются при написании выпускной квалификационной работы, а также в профессиональной деятельности.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

2. Цели и задачи дисциплины. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Целью дисциплины «Биоремедиация» является формирование у студентов современных представлений об уровне научных достижений в области биоремедиации и ее роли для решения природоохранных мероприятий.

Задачи дисциплины:

- изучить теоретические основы биоремедиации, процессов метаболизма антропогенных токсикантов в живых организмах;
- ознакомить с биоремедиационными технологиями, применяемыми в различных средах;

- обозначить практику биоремедиации, основные критерии очистки;
- продолжить формирование системного мышления, понимания биосферных процессов и механизмов возникновения устойчивых связей между живой и неживой природой, навыков самостоятельной аналитической работы;
- формировать компетенции, соответствующие уровню подготовки бакалавров для научно-исследовательской и научно-производственной деятельности.

Таблица 1

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Индикаторы достижения компетенции (по реализуемой дисциплине)	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине
ПК-8. Разработка и проведение мероприятий по повышению эффективности природоохранной деятельности организации	<p>ИД-1_{ПК-8} Планирует мероприятия по снижению (предотвращению) и ликвидации последствий негативного воздействия на окружающую среду</p> <p>ИД-2_{ПК-8} Применяет методы отбора стратегических приоритетов, разработки проектов и целевых программ по реализации приоритетов</p> <p>ИД-3_{ПК-8} Разрабатывает систему контроля выполнения природоохранных мероприятий в организации</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - об основных процессах, механизмах взаимодействия и функциональных связях в системе «живой организм – среда», цели и задачи очистки и восстановления загрязненных сред, современные проблемы охраны окружающей среды <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные практические технологии биоремедиации, проводить оценку масштабов и экологической опасности техногенного загрязнения, и оценить возможные последствия <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - опытом практической работы в сфере биоремедиации и природоохранных технологий
ПК-11. Способен к эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов и других производственных комплексов в области охраны окружающей среды и снижения уровня негативного воздействия хозяйственной деятельности	<p>ИД-1_{ПК-11} Осуществляет контроль эксплуатации очистных установок, очистных сооружений и полигонов</p> <p>ИД-2_{ПК-11} Осуществляет анализ технологических систем, обеспечивает экологическую эффективность природоохранных мероприятий, оценивает степень безотходности технологий, эффективности газо- и водоочистки</p> <p>ИД-3_{ПК-11} Разрабатывает и контролирует исполнение плана мероприятий по снижению негативного воздействия на окружающую среду</p>	<p>Знать:</p> <ul style="list-style-type: none"> - принципы применения экологически безопасных технологий для биоремедиации - основные технологии биоремедиации загрязненных объектов окружающей среды <p>Уметь:</p> <ul style="list-style-type: none"> - использовать основные практические технологии биоремедиации, проводить оценку масштабов и экологической опасности техногенного загрязнения, и оценить возможные последствия - применять биоремедианты и проводить процессы очистки <p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - способностью обосновывать рациональное применение технологических приемов в ремедиации сред

3. Организационно-методические данные дисциплины

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач. ед. (108 часов), их распределение по видам работ и по семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 2

Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	зач. ед.	час.	по семестрам
			№ 4
Общая трудоёмкость дисциплины по учебному плану	3	108	108
Контактная работа	2	72	72
в том числе:			
Лекции (Л) / в том числе в интерактивной форме		18/8	18/8
Практические работы (ПР) / в том числе в интерактивной форме		54/8	54/8
Самостоятельная работа (СРС)	1	36	36
в том числе:			
самостоятельное изучение тем и разделов		16	16
самоподготовка к текущему контролю знаний		11	11
подготовка к зачету		9	9
Вид контроля:			зачет

4. Структура и содержание дисциплины

4.1. Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Таблица 3

Трудоёмкость модулей и модульных единиц дисциплины

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ПЗ	
Модуль 1 Биологическая очистка сточных вод, газовоздушных выбросов	44	8	22	14
Модульная единица 1.1 Сточные воды как объекты очистки	11	2	6	3
Модульная единица 1.2 Аэробная биологическая очистка	13	2	8	3
Модульная единица 1.3 Анаэробная биологическая очистка	13	2	8	3
Модульная единица 1.4 Удаление биогенных элементов из сточных вод. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов	7	2	-	5
Модуль 2. Биоремедиация почв	32	6	16	10
Модульная единица 2.1 Методы и технологии ремедиации. Небиологические методы	12	2	8	2

Наименование модулей и модульных единиц дисциплины	Всего часов на модуль	Контактная работа		Внеаудиторная работа (СРС)
		Л	ПЗ	
Модульная единица 2.2 Биологические и комбинированные методы	6	2	-	4
Модульная единица 2.3 Специализированные биопрепараты	14	2	8	4
Модуль 3. Основные направления биоремедиации экосистем	32	4	16	12
Модульная единица 3.1 Использование растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв	14	2	8	4
Модульная единица 3.2 Очистка загрязненных сред от нефти, тяжелых металлов, радионуклидов	18	2	8	8
ИТОГО	108	18	54	36

4.2. Содержание модулей дисциплины

Модуль 1. Биологическая очистка сточных вод, газовоздушных выбросов

Модульная единица 1.1 Сточные воды как объекты очистки

Цель и нормативы очистки сточных вод. Основные показатели загрязненности сточных вод. Особенности сточных вод различного происхождения. Общие принципы очистки сточных вод. Биологические методы очистки сточных вод. Классификация методов биологической очистки. Показатели работы очистных сооружений и их сравнение

Модульная единица 1.2 Аэробная биологическая очистка

Биоценозы сооружений аэробной очистки. Активный ил. Биопленки и биообрастания. Показатели состояния активного ила и биопленок. Основные биохимические процессы при аэробной очистке. Очистка на полях фильтрации и орошения. Очистка с активным илом. Очистка в аэротенках. Очистка в модифицированных сооружениях. Очистка с биопленкой. Очистка на биофильтрах. Очистка в погружных и комбинированных сооружениях. Пути совершенствования систем аэробной очистки.

Модульная единица 1.3 Анаэробная биологическая очистка

Биоценозы и биохимические процессы при анаэробной очистке. Очистка в сооружениях традиционной конструкции. Анаэробные реакторы нового поколения.

Модульная единица 1.4 Удаление биогенных элементов из сточных вод. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов

Биологическое удаление азота. Влияние условий очистки на удаление азота. Методы и технологии удаления азота. Биологическое удаление фосфора. Биологическое удаление серы. Дезодорация газовоздушных выбросов

Модуль 2. Биоремедиация почв

Модульная единица 2.1 Методы и технологии ремедиации. Небиологические методы.

Основные факторы, влияющие на выбор способов ремедиации почв. Классификация методов и технологий ремедиации. Небиологические методы и технологии ремедиации: Методы *ex situ* и *on site*. Извлечение и захоронение. Фиксирование и стабилизация. Фракционирование. Извлечение загрязнений. Термообработка. Деструктивная очистка. Методы *in situ*. Локализация загрязнения.

Промывка и отдувка. Термообработка. Барьеры. Деструктивная очистка. Электрокинетическая обработка

Модульная единица 2.2 Биологические и комбинированные методы. Самоочищение (природное истощение). Биостимулирование in situ. Биоаугментация. Биоконцентрирование и локализация. Биомобилизация и биовыщелачивание. Реакционно-активные биобарьеры. Обработка в штабелях, буртах, насыпях, компостировани. Обработка в биореакторах. Комбинированные и гибридные процессы.

Модульная единица 2.3 Специализированные биопрепараты

Биопрепараты и их получение. Биопрепараты для ликвидации загрязнений. Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв. Сравнение методов ремедиации. Практические работы и затраты при проведении биоремедиации. Основные этапы биоремедиационных работ. Мониторинг. Затраты на ремедиационные мероприятия.

Модуль 3. Основные направления биоремедиации экосистем

Модульная единица 3.1 Фиторемедиация. Использование растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв

Особенности накопления и трансформации загрязнений растениями и водорослями. Методы очистки и обезвреживания загрязненных сред с использованием водорослей и растений. Биопруды и гидрботанические площадки. Биопруды. Гидрботанические площадки. Водоросли и растения-макрофиты биопрудов и гидрботанических площадок.

Фиторемедиация. Фитоэкстракция. Фитотрансформация, фитодеградация, фитоиспарение. Ризосферная биоремедиация. Фитостабилизация. Фитозаградительные барьеры. Изолирующий растительный покров. Ризофльтрация. Поля орошения. Выбор и пути совершенствования фитометодов очистки природных сред. Содержание практических работ при проведении фиторемедиации. Затраты на фиторемедиацию.

Модульная единица 3.2 Очистка загрязненных сред от нефти, тяжелых металлов, радионуклидов

Очистка загрязненных сред от нефти и нефтепродуктов. Состав нефти и нефтепродуктов. Особенности воздействия нефти и нефтепродуктов на природные среды. Особенности и условия трансформации нефти и нефтепродуктов в водных и почвенных средах. Способы очистки от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. Проведение ремедиационных и рекультивационных работ при загрязнении поверхности водоемов и почв. Особенности проведения очистных работ при загрязнении подземных горизонтов и грунтовых вод

Биологическое удаление тяжелых металлов и радионуклидов. Тяжелые металлы и радионуклиды как приоритетные загрязнения. Очистка водных сред. Очистка почвенных сред и твердых отходов

4.3. Лекционные/лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 4

Содержание лекционного курса

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1 Биологическая очистка сточных вод, газовоздушных выбросов		собеседование	8
	Модульная единица 1.1 Сточные воды как объекты очистки	Лекция № 1. Биологическая очистка сточных вод (лекция-дискуссия)	реферат	2/2
	Модульная единица	Лекция № 2. Аэробная	реферат	2/2

¹ Вид мероприятия: тестирование, коллоквиум, зачет, экзамен, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и тема лекции	Вид ¹ контрольного мероприятия	Кол-во часов
	1.2 Аэробная биологическая очистка	биологическая очистка (лекция-дискуссия)		
	Модульная единица 1.3 Анаэробная биологическая очистка	Лекция № 3. Анаэробная биологическая очистка (лекция-дискуссия)	реферат	2/2
	Модульная единица 1.4 Удаление биогенных элементов из сточных вод. Биологическая очистка и дезодорация газовойдушных выбросов	Лекция № 4. Методы и технологии удаления биогенных элементов. Биологическая очистка газовойдушных выбросов (лекция-дискуссия)	реферат	2/2
2.	Модуль 2. Биоремедиация почв		собеседование	6
	Модульная единица 2.1 Методы и технологии ремедиации. Небиологические методы	Лекция № 5. Небиологические методы и технологии ремедиации почв (лекция-дискуссия)	реферат	2
	Модульная единица 2.2 Биологические и комбинированные методы	Лекция № 6. Биологические и комбинированные методы и технологии ремедиации почв	реферат	2
	Модульная единица 2.3 Специализированные биопрепараты	Лекция № 7. Биопрепараты для ремедиации почв	реферат	2
3.	Модуль 3. Основные направления биоремедиации экосистем		собеседование	4
	Модульная единица 3.1 Использование растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв	Лекция № 8. Фиторемедиация различных сред (лекция-дискуссия)	реферат	2
	Модульная единица 3.2 Очистка загрязненных сред от нефти, тяжелых металлов, радионуклидов	Лекция № 9. Очистка загрязненных сред от нефти, тяжелых металлов, радионуклидов	реферат	2
4.	ИТОГО		Зачет в виде итогового тестирования	18

4.4. Лабораторные/практические/семинарские занятия

Таблица 5

Содержание занятий и контрольных мероприятий

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Модуль 1 Биологическая очистка сточных вод, газовоздушных выбросов		собеседование	22
	Модульная единица 1.1 Сточные воды как объекты очистки	Работа № 1. Определение органолептических показателей и взвешенных веществ в воде (работа в малых группах)	защита работы	6/2
	Модульная единица 1.2 Аэробная биологическая очистка	Работа № 2. Механическая очистка сточных вод	защита работы	8
	Модульная единица 1.3 Анаэробная биологическая очистка	Работа № 3. Оценка качества воды методом биотестирования	защита работы	8
	Модульная единица 1.4 Удаление биогенных элементов из сточных вод. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов			
2.	Модуль 2 Биоремедиация почв		собеседование	16
	Модульная единица 2.1 Методы и технологии ремедиации. Небиологические методы	Работа № 4. Оценка состояния загрязненных отходами почв (работа в малых группах)	защита работы	8/2
	Модульная единица 2.2 Биологические и комбинированные методы			
	Модульная единица 2.3 Специализированные биопрепараты	Работа № 5. Определение возможности дождевых червей при применении биопрепаратов очищать загрязненную почву (работа в малых группах)	защита работы	8/4
3.	Модуль 3 Основные направления биоремедиации экосистем		собеседование	16
	Модульная единица 3.1 Использование растений и водорослей для очистки	Работа № 6. Оценка способности водных растений снижать радиоактивное загрязнение	защита работы	8

² Вид мероприятия: защита, тестирование, коллоквиум, другое

№ п/п	№ модуля и модульной единицы дисциплины	№ и название лабораторных/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Вид ² контрольного мероприятия	Кол-во часов
	загрязненных вод и почв			
	Модульная единица 3.2 Очистка загрязненных сред от нефти, тяжелых металлов, радионуклидов	Работа № 7. Фиторемедиация почв, загрязненных тяжелыми металлами в лабораторных условиях	защита работы	8
4.	ИТОГО		Зачет в виде итогового тестирования	54

4.5. Самостоятельное изучение разделов дисциплины и виды самоподготовки к текущему контролю знаний

В процессе освоения дисциплины используются занятия лекционного типа (18 часов) и практические (54 часа). Самостоятельная работа (36 часов) проводится в форме изучения теоретического курса и контролируется через собеседование, реферат, защиты отчетов практических работ.

Контроль самостоятельной работы и подготовки к практическим занятиям осуществляется с помощью электронного обучающего курса <https://e.kgau.ru/>. Форма контроля – зачет.

Обучающийся должен готовиться к практическим занятиям: прорабатывать лекционный материал, готовить рефераты и выступления по темам занятия в соответствии с тематическим планом. При подготовке к занятию обучающемуся следует обратиться к литературе научной библиотеки ФГБОУ ВО «Красноярский ГАУ». При изучении дисциплины недопустимо ограничиваться только лекционным материалом и одним-двумя учебниками. Ряд тем курса может быть вынесен преподавателем на самостоятельное изучение, с обсуждением соответствующих вопросов на занятиях. Поэтому подготовка к сдаче зачета и групповой работе на занятиях подразумевает самостоятельную работу обучающихся в течение всего семестра по материалам рекомендуемых источников (раздел учебно-методического и информационного обеспечения).

Формы организации самостоятельной работы студентов:

– организация и использование электронного курса дисциплины размещенного на платформе LMS Moodle для СРС.

- работа над теоретическим материалом, прочитанным на лекциях;
- самостоятельное изучение отдельных разделов дисциплины;
- подготовка к практическим занятиям;
- подготовка к собеседованию;
- подготовка реферата;
- выполнение контрольных заданий при самостоятельном изучении дисциплины;
- самотестирование по контрольным вопросам (тестам).

4.5.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

Таблица 6

Перечень вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
1	Модуль 1 Биологическая очистка сточных вод, газовоздушных выбросов		14
2	Модульная единица 1.1 Сточные воды как объекты очистки	Особенности сточных вод различного происхождения. Показатели работы очистных сооружений и их сравнение	2
3	Модульная единица 1.2 Аэробная биологическая очистка	Очистка на полях фильтрации и орошения. Очистка с активным илом. Очистка в аэротенках. Очистка в модифицированных сооружениях. Очистка с биопленкой. Очистка на биофильтрах	2
4	Модульная единица 1.3 Анаэробная биологическая очистка	Очистка в сооружениях традиционной конструкции. Анаэробные реакторы нового поколения	2
5	Модульная единица 1.4 Удаление биогенных элементов из сточных вод. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов	Методы и технологии удаления азота. Биологическое удаление фосфора. Биологическое удаление серы. Дезодорация газовоздушных выбросов	2
6	Подготовка к текущему контролю знаний		6
7	Модуль 2 Биоремедиация почв		10
8	Модульная единица 2.1 Методы и технологии ремедиации. Небиологические методы	Небиологические методы и технологии ремедиации: Методы <i>ex situ</i> и <i>on site</i> . Методы <i>in situ</i> .	2
9	Модульная единица 2.2 Биологические и комбинированные методы	Биостимулирование <i>in situ</i> . Биоаугментация. Биоконцентрирование и локализация. Биомобилизация и биовыщелачивание. Комбинированные и гибридные процессы	2
10	Модульная единица 2.3 Специализированные биопрепараты	Биопрепараты для рекультивации территорий и восстановления плодородия почв. Мониторинг. Затраты на ремедиационные мероприятия	2
11	Подготовка к текущему контролю знаний		4
12	Модуль 3 Основные направления биоремедиации экосистем		12
13	Модульная единица 3.1 Использование растений и водорослей для очистки загрязненных вод и почв	Фиторемедиация. Фитоэкстракция. Фитотрансформация, фитодеградация, фитоиспарение. Ризосферная биоремедиация. Фитостабилизация. Фитозаградительные барьеры	1
14	Модульная единица 3.2 Очистка загрязненных сред от нефти, тяжелых металлов, радионуклидов	Способы очистки от загрязнения нефтью и нефтепродуктами. Биологическое удаление тяжелых металлов и радионуклидов	1
15	Подготовка к текущему контролю знаний		1
16	Подготовка к зачету		9

№п/п	№ модуля и модульной единицы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения и видов самоподготовки к текущему контролю знаний	Кол-во часов
ВСЕГО			36

4.5.2. Курсовые проекты (работы)/ контрольные работы/ расчетно-графические работы/учебно-исследовательские работы

Таблица 7

№ п/п	Темы курсовых проектов (работ)	Рекомендуемая литература (номер источника в соответствии с прилагаемым списком)
	В учебном плане не предусмотрено	

5. Взаимосвязь видов учебных занятий

Взаимосвязь учебного материала лекций, практических/лабораторных/семинарских работ/занятий с тестовыми/экзаменационными вопросами и формируемыми компетенциями представлены в таблице 8.

Таблица 8

Взаимосвязь компетенций с учебным материалом и контролем знаний студентов

Компетенции	Лекции	ПЗ	СРС	Другие виды	Вид контроля
ПК-8	1-9	1-7	1-14		собеседование, реферат, защита работ, зачет в виде итогового тестирования
ПК-11	1-9	1-7	1-14		собеседование, реферат, защита работ, зачет в виде итогового тестирования

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
6.1. Карта обеспеченности литературой (таблица 9)

Таблица 9

КАРТА ОБЕСПЕЧЕННОСТИ ЛИТЕРАТУРОЙ

Кафедра «Экология и природопользование» Направление подготовки 05.03.06 «Экология и природопользование».
 Дисциплина «Биоремедиация»

Вид занятий	Наименование	Авторы	Издательство	Год издания	Вид издания		Место хранения		Необходимое количество экз.	Количество экз. в вузе
					Печ.	Электр	Библ.	Каф.		
1	2	3	4	6	7	8	9	10	11	12
Основная литература										
Л, ПЗ, СРС	Биоремедиация: учебное пособие	Коротченко, И.С.	Красноярск: КрасГАУ	2020	+	+			5	40+ИРБ ИС64+
Л, ПЗ, СРС	Биотехнология: учебник и практикум для вузов	под редакцией Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко	Москва: Издательство Юрайт	2021		+				https://ura.it.ru/bcode/497604
Л, ПЗ, СРС	Основы биотехнологии	Егорова, Т.А.	М.: Академия	2003	+		+		5	31
Л, ПЗ, СРС	Основы биотехнологии	Егорова, Т.А.	М.: Академия	2008	+		+		5	15
Дополнительная литература										
Л, ПЗ, СРС	Сельскохозяйственная биотехнология: учебник	Шевелуха В.С.	Москва: Высшая школа	2003	+		+		5	13

Л, ПЗ, СРС	Процессы и аппараты биотехнологии: ферментационные аппараты: учебное пособие для вузов	А. Ю. Винаров [и др.]	Москва: Издательство Юрайт	2021					https://ura.it.ru/bcode/493206
Л, ПЗ, СРС	Загрязнение почв и новейшие технологии их восстановления: учебное пособие	Ступин Д.Ю.	СПб.: Лань	2009		+			URL: https://e.lanbook.com/book/387
ПЗ, СРС	Справочно-правовая система КонсультантПлюс					+			Доступ с компьютеров университетской сети. Свободный доступ к онлайн-версии
ПЗ, СРС	Информационно – аналитическая система «Статистика»					+			


 Директор Научной библиотеки  Зорина Р.А.

6.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» (далее – сеть «Интернет»)

1. Научная электронная библиотека «eLibrary» <http://elibrary.ru/>
2. База данных Scopus - <http://www.scopus.com>
3. Информационная сеть по загрязнению земель в Европе (NICOLE, Network for Contaminated Land in Europe) - <http://www.nicole.org/general/>
4. Официальный сайт Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации - <http://www.mnr.gov.ru/>
5. Электронная библиотека BookFinder - <http://bookfi.org>
6. Электронная библиотека МГУ - <http://www.pochva.com>

Ссылки на действующие нормативы:

1. ПДК: http://www.ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/46/46714/
2. ОДК: <http://www.gosthelp.ru/text/GN217204206Orientirovochn.html>
3. Санитарные требования к качеству почв: <http://www.estateline.ru/legislation/416/>
4. ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» http://ohranatruda.ru/ot_biblio/normativ/data_normativ/42/42030/index.php

6.3. Программное обеспечение

1. Office 2007 Russian Open License Pack, академическая лицензия ФГБОУ ВО Красноярский ГАУ №44937729 от 15.12.2008;
2. Moodle 3.5.6a (система дистанционного образования) – бесплатно распространяемое ПО;
3. Библиотечная система «Ирбис 64» (web версия), договор сотрудничества от 2019 г;
4. ABBYY Fine Reader 10 Corporate Edition, лицензия № FCRC 1100-1002-2465-8755-4238 от 22.02.2012;
5. Acrobat Professional Russian 8.0 Academic Edition Band R 1-999, лицензия образовательная № CE 0806966 27.06.2008;
6. Офисный пакет LibreOffice 6.2.1, бесплатно распространяемое ПО;
7. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License, лицензия 17E0-171204-043145-330-825 с 12.04.2017 до 12.12.2019);
8. Kaspersky Endpoint Security для бизнеса Стандартный Russian Edition. 1000-1499 Node 2 year Educational License, лицензия 1800-191210-144044-563-2513 с 10.12.2019 до 17.12.2021;
9. Операционная система Windows Vista Business Russian Upgrade Open License, академическая лицензия № 44937729 от 15.12.2008;
10. Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ», лицензионный договор №158 от 03.04.2019.

7. Критерии оценки знаний, умений, навыков и заявленных компетенций

При изучении дисциплины «Биоремедиация» с бакалаврами в течение 4 семестра проводятся лекции и практические занятия. Зачет определяется как сумма баллов по результатам всех запланированных учебных мероприятий (табл. 10).

Итоговая оценка знаний студентов учитывает результаты модульно-рейтинговой системы контроля знаний.

Таблица 10

Рейтинг - план дисциплины «Биоремедиация»

Дисциплинарные модули	Календарный модуль 1				Итого баллов
	баллы по видам работ				
	Реферат	собеседование	Защита лабораторных работ	Итоговое тестирование (зачет)	
ДМ ₁	3	5	24		32
ДМ ₂	3	5	16		24
ДМ ₃	3	5	16		24
Итоговое тестирование					28
Итого за КМ ₁	9	15	56	20	100

Студенты, не набравшие 60 баллов в течение семестра по дисциплине сдают зачет.

Текущая аттестация бакалавров проводится преподавателями, ведущими лекционные и практические занятия по дисциплине в следующих формах:

- посещение лекций и ведение конспекта;
- защита практических работ;
- собеседование;
- отдельно оцениваются личностные качества бакалавров: исполнительность, инициативность, активность.

Контроль освоения модульной дисциплины «Биоремедиация» осуществляется с использованием балльно-рейтинговой системы, включающей входной (в начале изучения модульной дисциплины), текущий (на занятиях), рубежный (по модулям) и выходной контроль (зачёт) знаний, умений и навыков студентов.

Учитываются все виды учебной деятельности, оцениваемые определенным количеством баллов. В итоговую сумму баллов входят результаты всех контролируемых видов деятельности – посещение занятий, защита работ, прохождение тестового контроля и т.п.

Обучаемый обязан отчитаться по всем учебным модулям дисциплины и с учётом выходного контроля набрать не менее 60 баллов по данной дисциплине.

Все виды учебных работ должны быть выполнены точно в сроки, предусмотренные графиком учебного процесса.

Формы и методы текущего контроля: устное выборочное собеседование, проверка и оценка выполнения практических заданий и др.

При изучении каждого модуля дисциплины проводится рубежный контроль знаний с целью проверки и коррекции хода освоения теоретического материала и практических умений и навыков. Рубежный контроль знаний проводится по графику в часы практических занятий по основному расписанию.

Модуль считается сданным, если студент получил не менее 60% баллов от максимально возможного количества, которое он мог бы получить за этот модуль.

В конце семестра на основании поэтапного контроля обучения суммируются баллы текущих, рубежных и творческого рейтингов, подсчитываются дополнительные баллы (посещаемость и активность на занятиях) и принимается решение о допуске обучаемого к выходному контролю или освобождении от его сдачи.

Если по результатам текущих, рубежных и творческого рейтингов студент набрал в сумме менее 40% баллов от максимального рейтинга дисциплины, то до выходного контроля он не допускается и считается задолжником по этой дисциплине. Для устранения задолженностей студент получает индивидуальное задание для самостоятельной работы.

Если же сумма баллов составляет более 60% от максимального рейтинга дисциплины, то по усмотрению преподавателя студенту может быть проставлен зачёт без сдачи выходного контроля. В этом случае к набранному рейтингу добавляются поощрительные баллы. Максимальное их число составляет до 30% от общего рейтинга дисциплины. Если студент не набрал на протяжении семестра необходимое количество баллов, он сдаёт зачёт по расписанию зачётной сессии.

Промежуточной формой контроля по дисциплине «Биоремедиация» является зачет в виде тестирования.

Более подробно прописаны критерии выставления оценок по текущей и промежуточной аттестации в фонде оценочных средств по данной дисциплине.

8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Для обучения применяются электронный учебно-методический комплекс (ЭУМК) «Биоремедиация», в котором интегрированы электронные образовательные модули, базы данных, совокупность других дидактических средств и методических материалов,

обеспечивающих сопровождение учебного процесса по всем видам занятий и работ по дисциплине.

Таблица 11

Материально-техническое обеспечение дисциплины

Вид занятий	Аудиторный фонд
Лекции	Учебная аудитория № 1-41 мультимедийное оборудование, столы, стулья, маркерная доска, доска 660130, Российская Федерация, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Елены Стасовой, д. 44 «И», помещение 40
Практические	Учебная аудитория № 1-23 мультимедийное оборудование, доска, столы, стулья, АРМ с подключением к сети «Интернет» – 15 шт., МФУ – 1 шт. 660130, Российская Федерация, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Елены Стасовой, д. 44 «И», помещение 56
Самостоятельная работа	Помещение для самостоятельной работы № 1-09 столы, стулья, доска, АРМ с подключением к сети «Интернет» – 19 шт. 660130, Российская Федерация, Красноярский край, г. Красноярск, ул. Елены Стасовой, д. 44 «И», помещение 64

9. Методические рекомендации для обучающихся по освоению дисциплины

9.1. Методические указания по дисциплине для обучающихся

Для успешного освоения дисциплины прежде всего необходимо уяснить цель биоремедиации, сущность проведения разных видов биологических методов очистки загрязненных сред и основные фундаментальные понятия «биоремедиация», «способы и механизмы биоремедиации», «основные загрязнители» и т.д., а также понять, что при изучении биоремедиации предусматривается выполнение определенных операций над определенными данными в определенном порядке для получения определенных результатов.

Применение знаний о мониторинге должно базироваться на их понимании, которое в свою очередь формируется и в процессе лекционных и практических работ и в самостоятельной учебной работе. Не следует «слепо» копировать примеры интерпретации данных, приводимые на учебных занятиях, в учебной и учебно-методической литературе. Примеры необходимы для изучения понятий, свойств и процессов которые должны осознанно использоваться при разработке других задач. И, конечно же, для успешного освоения дисциплины необходимо понимание задачи, которая должна решаться при изучении конкретной среда (почвы) – следует четко представлять, какие данные являются исходными и какие результаты должны получаться при решении задачи.

Конечно же, как и при освоении других дисциплин образовательной программы, необходимо своевременно выполнять предусмотренные в семестре учебные задания. По дисциплине «Биоремедиация» к ним относятся задания по практическим занятиям. Систематическое освоение необходимого учебного материала позволяет быть готовым для тестирования и выполнения индивидуальных работ.

9.2. Методические указания по дисциплине для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

В целях освоения учебной программы дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается:

1. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по зрению:
 - 1.1. размещение в доступных для обучающихся местах и в адаптированной форме справочной информации о расписании учебных занятий;
 - 1.2. присутствие ассистента, оказывающего обучающемуся необходимую помощь;

1.3. выпуск альтернативных форматов методических материалов (крупный шрифт или аудиофайлы);

2. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья послушу:

2.1. надлежащими звуковыми средствами воспроизведение информации;

3. Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, имеющих нарушения опорно-двигательного аппарата:

3.1. возможность беспрепятственного доступа обучающихся в учебные помещения, туалетные комнаты и другие помещения института, а также пребывание в указанных помещениях.

Образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных группах или в отдельных организациях.

Таблица 12

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в одной из форм, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации.

Категории студентов	Формы
С нарушение слуха	<ul style="list-style-type: none">• в печатной форме;• в форме электронного документа;
С нарушением зрения	<ul style="list-style-type: none">• в печатной форме увеличенных шрифтом;• в форме электронного документа;• в форме аудиофайла;
С нарушением опорно-двигательного аппарата	<ul style="list-style-type: none">• в печатной форме;• в форме электронного документа;• в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

ПРОТОКОЛ ИЗМЕНЕНИЙ РПД

Дата	Раздел	Изменения	Комментарии

Программу разработали:

Коротченко И.С. к.б.н. доц.

РЕЦЕНЗИЯ
на рабочую программу
по учебной дисциплине «Биоремедиация» для бакалавров направления
подготовки 05.03.06 – «Экология и природопользование» (профиль Экологическая
безопасность), выполненную Коротченко Ириной Сергеевной, к.б.н, доцентом
кафедры экологии и природопользования Института агроэкологических технологий
ФГБОУ ВО «Красноярский государственный аграрный университет»

В рабочей программе учебной дисциплины «Биоремедиация» отражены:

1. Цели освоения дисциплины, соотношенные с общими целями ОПОП ВО.
2. Место дисциплины в структуре ОПОП. Дано описание логической и содержательно-методической взаимосвязи с другими частями ОПОП (дисциплинами, модулями, практиками). Указаны требования к «входным» знаниям, умениям и готовностям обучающегося, необходимые при освоении данной дисциплины и приобретенные в результате освоения предшествующих дисциплин. Также указаны теоретические дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины необходимо как предшествующее.
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины по ФГОС ВО. Указан перечень и описание компетенций, а также требования к знаниям, умениям и навыкам, полученным в ходе изучения дисциплины.
4. Структура и содержание дисциплины:
 - Общая трудоемкость дисциплины в зачетных единицах и часах;
 - Формы контроля по учебному плану;
 - Тематический план изучения учебной дисциплины;
 - Программы лекционных, лабораторных (практических) занятий, самостоятельной работы содержат тематические планы, перечни основных понятий и категорий, списки литературы. Образовательные технологии, указанные по видам учебной работы (аудиторной, внеаудиторной).
5. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины и учебно-методическое обеспечение. Приводятся контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины, а также для контроля самостоятельной работы обучающегося по отдельным разделам дисциплины.
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля) содержит перечень основной литературы, дополнительной литературы, программного обеспечения и Интернет-ресурсы.
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины. Указан фактический перечень оборудования и технических средств обучения, обеспечивающий проведение всех видов учебной работы.

Главное достоинство рабочей программы состоит в том, что при организации занятий по дисциплине «Биоремедиация» предусмотрено использование полного пакета практических заданий.

Рабочая программа, составленная Коротченко И.С., соответствует требованиям ФГОС ВО, ОПОП ВО, Учебного плана и др., и может быть рекомендована к применению для обеспечения основной профессиональной образовательной программы по направлению подготовки 05.03.06 – «Экология и природопользование» (профиль Экологическая безопасность) дисциплине «Биоремедиация».

Доктор биологических наук,
профессор кафедры ТООП ИТиСУ
ФГАОУ ВО «Сибирский федеральный университет»



Первышина Галина Григорьевна