

**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«20» мая 2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**«Биоремедиация»**

Направление подготовки  
05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологический мониторинг»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «11» мая 2021 года, протокол № 13

Программа одобрена НМК  
факультета биологии и экологии  
протокол № 7 от «17» мая 2021 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Цель освоения дисциплины «Биоремедиация» – формирование способности разрабатывать профессиональные мероприятия и предлагать новые научно-исследовательские решения при организации очистки воды и почвы с использованием природоохранных технологий и метаболического потенциала биообъектов.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Биоремедиация» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, и является обязательной.

Для усвоения материала курса необходимо владение понятийным аппаратом таких курсов бакалавриата по направлению «Экология и природопользование», как «Почвоведение», «Ландшафтоведение», «Биоразнообразие растений и грибов», «Экология растений с основами фитоценологии», «Экология микроорганизмов». Полученные в курсе «Биоремедиация» компетенции необходимы для прохождения учебной практики – научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) и производственной практики (научно-исследовательская работа).

### 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих элементов компетенций в соответствии с ФГОС ВО, ООП ВО и приобретения следующих знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности:

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Профессиональные компетенции</b>		
<b>ПК-1.</b> Способен разрабатывать профессиональные мероприятия, предлагать новые решения при организации научно-исследовательских работ с использованием природоохранных технологий и потенциала биообъектов.	<b>ИД-ПК-1.1.</b> Осуществляет и руководит поиском научной информации, подготовкой аналитических научных обзоров, выбором технических средств и методов, обработкой и систематизацией данных производственных и лабораторных наблюдений и измерений при решении поставленных научно-исследовательских задач.	<b>Знать:</b> - источники научной информации; - методы поиска научной информации; - правила подготовки аналитических научных обзоров; - технические средства и методы обработки и систематизации данных производственных и лабораторных наблюдений и измерений. <b>Уметь:</b> - определять источники доступной научной информации; - определять корректность методов поиска научной информации при решении научно-исследовательских задач; - соблюдать правила подготовки аналитических научных отчетов; - определять адекватность выбора технических средств и методов

		<p>обработки и систематизации данных поставленной задаче.</p>
	<p><b>ПК-1.2.</b> Применяет знания теории и методов биоремедиации для разработки профессиональных мероприятий, решения научно-исследовательских и практических задач с использованием природоохранных технологий .</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы биоремедиации;</li> <li>- методологические подходы к биоремедиации нарушенных экосистем;</li> <li>- способы реализации биоремедиационных мероприятий.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- оценивать степень экологического ущерба, нанесенного экосистеме;</li> <li>- определять возможности самовосстановления нарушенной природной среды;</li> <li>- подбирать методы биоремедиации для ускорения восстановления экосистемы;</li> <li>- вносить предложения по разработке программ биоремедиации.</li> </ul> <p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- опытом оценки экологического ущерба экосистеме от хозяйственной деятельности;</li> <li>- опытом исследования возможностей самовосстановления экосистемы;</li> <li>- опытом выбора природоохранных технологий с целью биоремедиации и ускорения восстановления нарушенных экосистем;</li> <li>- опытом формулирования выводов о возможностях биоремедиации нарушенных экосистем для разработки профессиональных мероприятий.</li> </ul>

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единицы, 144 ак. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости  Форма промежуточной аттестации (по семестрам)  Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
			<b>Контактная работа</b>						
1.	Проблема деградации экосистем в результате загрязнения ксенобиотиками.	2	2	4		1		9	Фронтальный опрос, реферат
2.	Теоретические основы возможности восстановления экосистем методами ремедиации.	2	2	4		1		9	Фронтальный опрос, реферат
3.	Биоремедиация как аналог естественных процессов самоочищения и самовосстановления природных экосистем.	2	2	4		1		9	Фронтальный опрос, реферат
4.	Основные направления рекультивации земель.	2	2	4		1		9	Фронтальный опрос, реферат
5.	Экологическое обоснование выбора биопрепаратов для биоремедиации почв и водоемов.	2	2	4		1		9	Фронтальный опрос, реферат
6.	Очистка микроорганизмами-деструкторами почв, поверхностных и грунтовых вод от промышленных загрязнений.	2	2	4		1		9	Фронтальный опрос, реферат
7.	Восстановление почв и вод посредством применения полифункциональных	2	2	4				9	Фронтальный опрос, реферат

	микробных препаратов.								
8.	Нормативная база рекультивационных работ.	2	2	4		1		9	Контрольная работа
							0,3	15,7	Зачет
	<b>Итого</b>		<b>16</b>	<b>32</b>		<b>8</b>	<b>0,3</b>	<b>87,7</b>	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>								

#### 4.1 Информация о реализации дисциплины в форме практической подготовки

##### Информация о разделах дисциплины и видах учебных занятий, реализуемых в форме практической подготовки

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Проблема деградации экосистем в результате загрязнения ксенобиотиками.	2		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
2	Теоретические основы возможности восстановления экосистем методами ремедиации.	2		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
3	Биоремедиация как аналог естественных процессов самоочищения и самовосстановления природных экосистем.	2		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
4	Основные направления рекультивации земель.	2		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
5	Экологическое обоснование выбора биопрепаратов для биоремедиации почв и водоемов.	2		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
6	Очистка микроорганизмами-деструкторами почв, поверхностных и грунтовых вод от промышленных загрязнений.	2		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ

7	Восстановление плодородия почв посредством применения полифункциональных микробных препаратов	2		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
8	Нормативная база рекультивационных работ	2		4					Факультет биологии и экологии ЯрГУ
	<b>Итого</b>			32					

### Содержание разделов дисциплины:

#### **1. Проблема деградации экосистем в результате загрязнения ксенобиотиками**

- 1.1. Современное понятие о ксенобиотиках.
- 1.2. Объемы поступления загрязняющих веществ в наземные и водные экосистемы.
- 1.3. Влияние ксенобиотиков на водную среду и почвы.
- 1.4. Возможности предотвращения вредного воздействия загрязняющих веществ на экосистемы.

#### **2. Теоретические основы возможности восстановления экосистем методами ремедиации**

- 2.1. Основные составляющие биогенного цикла углерода в водных и наземных экосистемах.
- 2.2. Биологический цикл азота.
- 2.3. Цикл серы.
- 2.4. Цикла фосфора.
- 2.5. Цикл железа и марганца.

#### **3. Биоремедиация как аналог естественных процессов самоочищения и самовосстановления природных экосистем**

- 3.1. Процессы самоочищения водной среды.
- 3.2. Процессы самоочищения почвы.
- 3.3. Роль микроорганизмов в функционировании водных и наземных экосистем.
- 3.4. Биогенный характер устойчивости экосистем к природным и антропогенным воздействиям

#### **4. Основные направления рекультивации земель**

- 4.1. Виды рекультивации земель и воды.
- 4.2. Основные этапы.
- 4.3. Характеристика технологического этапа.
- 4.4. Описание биологического этапа.

#### **5. Экологическое обоснование выбора биопрепаратов для биоремедиации почв и водоемов**

- 5.1. Оценка устойчивости почвенных и водных микробоценозов по величине метаболического коэффициента.
- 5.2. Варьирование пространственно-временных параметров микробоценозов под влиянием природных и антропогенных воздействий.
- 5.3. Оценка степени и продолжительности нарушения природных сред.
- 5.4. Адаптация микроорганизмов к ксенобиотикам как фактор ускорения самоочищения природной среды.

## **6. Очистка микроорганизмами-деструкторами почв, поверхностных и грунтовых вод от промышленных загрязнений**

6.1. Процессы деструкции или трансформации ксенобиотиков чистыми культурами микроорганизмов.

6.2. Процессы деструкции или трансформации ксенобиотиков смешанными культурами микроорганизмов.

6.3. Наиболее распространенные в России биопрепараты.

## **7. Восстановление почв и вод посредством применения полифункциональных микробных препаратов**

7.1. Биоремедиация нефтезагрязненного чернозема обыкновенного с использованием препаратов «Дестройл», «Родер», «Универсал».

7.2. Использование препарата «Дестройл» для очистки от мазута почв и вод «Майкопского полигона»

7.3. Очистка вод оборотного цикла водоснабжения и промышленных сточных вод от нефтепродуктов с применением препарата «Дестройл».

7.4. Применение бактериального препарата «Дестройл» для очистки от нефтепродуктов пресных водоемов.

## **8. Нормативная база рекультивационных работ**

8.1. Разработка программы рекультивационных работ.

## **5. Образовательные технологии, в том числе технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. Студенты знакомятся с назначением и задачами курса, его ролью и местом в системе учебных дисциплин и в системе подготовки в целом. Дается краткий обзор курса, история развития науки и практики, достижения в этой сфере, имена известных ученых, излагаются перспективные направления исследований. На этой лекции высказываются методические и организационные особенности работы в рамках данной дисциплины, а также дается анализ рекомендуемой учебно-методической литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Практические занятия** посвящены обсуждению теоретических и практических вопросов по дисциплине. При их проведении используются активные методы: работа в малых группах, творческие задания, структурирование проблем с помощью метаплана. Предусмотрено проведение фронтального опроса и обсуждение докладов студентов, подготовленных по контрольным вопросам темы.

**Самостоятельная работа** студентов направлена на углубление и закрепление знаний, развитие практических умений и включает: подготовку домашних заданий, в том числе размещенных в ЭУК в LMS Moodle ЯрГУ; подготовку к фронтальным опросам, докладов и их обсуждению, зачету.

Самостоятельная работа студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку рефератов по темам с использованием дополнительной литературы и научных журналов. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется следующим образом: публичное представление доклада с использованием презентационных материалов; выполнение заданий текущего и промежуточного контроля; взаимное оценивание выступлений и дискуссии.

**Консультации** – вид учебных занятий, являющийся одной из форм контроля самостоятельной работы студентов. На консультациях по просьбе студентов рассматриваются наиболее сложные моменты при освоении материала дисциплины, преподаватель отвечает на вопросы студентов, которые возникают у них в процессе самостоятельной работы.

В процессе обучения используются следующие технологии электронного обучения и дистанционные образовательные технологии:

**Электронный учебный курс «Биоремедиация» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором содержатся:

- информация о дисциплине, включающая план проведения занятий и аттестационные мероприятия по дисциплине;
- список учебной и методической литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины и проведения практических занятий с прикрепленными учебниками и пособиями;
- презентации лекций;
- вопросы к зачету;

**на базе ЭУК также:**

- осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

#### **6. Перечень лицензионного и (или) свободно распространяемого программного обеспечения, используемого при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- операционные системы семейства Microsoft Windows;
- программы Microsoft Office;
- программа Adobe Acrobat Reader;
- браузеры Mozilla Firefox, Google Chrome.

#### **7. Перечень современных профессиональных баз данных и информационных справочных систем, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине (при необходимости)**

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются: Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

#### **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», рекомендуемых для освоения дисциплины**

##### **а) основная литература**

Коротченко И.С. Биоремедиация: учебное пособие. – Красноярск: КрасГАУ, 2020. 246 с.  
<https://e.lanbook.com/book/187119>

##### **б) дополнительная литература**

1. Амосова, Я.М. Охрана почв от химического загрязнения / Я.М. Амосова, Д. Орлов, Л.К. Садовникова. – Москва: Изд-во МГУ, 1989. – 94 с.



2. Биодиагностика устойчивости аридных почв Юга России к загрязнению тяжелыми металлами, нефтяными углеводородами и биоцидами: монография / Р.М. Дауд, С.И. Колесников, Т.В. Минникова [и др.]. – Ростов-на-Дону, Таганрог: Издательство Южного федерального университета, 2021. – 216 с.  
<https://www.iprbookshop.ru/115514.html>
3. Биоиндикация загрязнений наземных экосистем / Под ред. Р. Шуберта. – М.: Мир, 1988. – 350 с.
4. Бурдин, К.С. Основы биологического мониторинга / К.С. Бурдин. – М.: Изд-во МГУ, 1985. – 158 с.
5. Добровольский, Г.В. Сохранение почв как незаменимого компонента биосферы: Функционально-экологический подход / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин. – М.: Наука, МАИК «Наука/Интерпериодика», 2000. – 185 с.
6. Заварзин, Г.А. Литотрофные микроорганизмы / Г.А. Заварзин. – М.: Наука, 1972. – 323 с.
7. Кирий, О.А. Использование углеводородокисляющих бактерий при биоремедиации нефтезагрязненных почв и вод / О.А. Кирий, С.И. Колесников, А.Н. Зинчук, К.Ш. Казеев. – Ростов н/д: Изд-во ЮФУ, 2013. – 140 с.  
<https://www.studentlibrary.ru/book/>
8. Левич, А.П. Теоретические и методические основы технологии регионального контроля природной среды по данным экологического мониторинга / А.П. Левич, Н.Г. Булгаков, В.Н. Максимов; МГУ. – М.: НИИ-Природа, 2004. – 273 с.
9. Микроорганизмы как агенты биомониторинга и биоремедиации загрязненных почв / Т.Я. Ашихмина и др.; под общ. ред. Т.Я. Ашихминой; Ин-т биологии Коми науч. центра Урал. отделения РАН. – Киров: Науч. изд-во ВятГУ, 2018. – 254 с.
10. Орлов, Д.С. Экология и охрана биосферы при химическом загрязнении: учеб. пособие для хим., хим.-технол. и биол. спец. Вузов / Д.С. Орлов, Л.К. Садовникова, И.Н. Лозановская. – М.: Высш. шк., 2002. – 334 с.
11. Самоочищение и биоиндикация загрязненных вод / Отв. ред. М.М. Телитченко. – М.: Наука, 1980. – 278 с.
12. Экологические аспекты плодородия почв Ростовской области: учебное пособие / В.Н. Агеев, В.Ф. Вальков, А.С. Чешев, Е.М. Цвылев. – Ростов-на-Дону: Изд-во Северо-Кавказского научного центра высшей школы, 1996. – 168 с.
13. Шеховцова, Н.В. Экология водных микроорганизмов: учебное пособие / Н.В. Шеховцова. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 132 с.

#### **в) ресурсы сети «Интернет»**

1. Электронная библиотека учебных материалов ЯрГУ ([http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)).

#### **8. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине включает в свой состав специальные помещения:

- учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа;
- учебные аудитории для проведения практических занятий;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы;
- помещения для хранения и профилактического обслуживания технических средств обучения.

Специальные помещения укомплектованы средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде ЯрГУ.

Автор:

Зав. кафедрой  
ботаники и микробиологии, к.б.н.



Н.В. Шеховцова

**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины  
«Биоремедиация»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущей и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

**1.1 Контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущей аттестации**

**КОНТРОЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ**

**Тема 1. Проблема деградации экосистем в результате загрязнения ксенобиотиками**

1. Какие вещества относят ко ксенобиотикам?
2. Масштаб загрязнения ксенобиотиками наземных и водных экосистем.
3. Воздействие пестицидов на водную среду и почвы.
4. Негативное влияние нефти и нефтепродуктов на окружающую среду.
5. Эффект от загрязнения тяжелыми металлами (ТМ) природной среды.
6. Возможности предотвращения вредного воздействия загрязняющих веществ на экосистемы.

**Тема 2. Теоретические основы возможности восстановления экосистем методами ремедиации**

1. Биогенный цикл углерода и участие в нем микроорганизмов.
2. Водородные бактерии.
3. Карбоксидобактерии.
4. Метаногены (метанобразующие археи).
5. Метилотрофы облигатные (метанотрофы) и факультативные.
6. Углевородородокисляющие бактерии.
7. Целлюлозоразлагающие микроорганизмы.
8. Ацетогенные бактерии.
9. Маслянокислые бактерии.
10. Цикл азота и микроорганизмы его осуществляющие.
11. Азотфиксирующие микроорганизмы.
12. Нитрификаторы, хемолитоавтотрофные и гетеротрофные.
13. Денитрификаторы.
14. Цикл серы и участие в нем микроорганизмов.
15. Сульфатредуцирующие бактерии.
16. Сероредуцирующие бактерии.
17. Гнилостные бактерии, образующие сероводород (анаэробные сапротрофы) .
18. Бесцветные собственно бактерии.
19. Хемолитотрофные сероокисляющие (тионовые) бактерии.
20. Фотосинтезирующие бактерии, пурпурные и зеленые.
21. Цикл фосфора и микроорганизмы его осуществляющие.
22. Цикл железа и марганца.
23. Микроорганизмы, восстанавливающие металлы.

24. Микроорганизмы, окисляющие железо при разных значениях рН.

### **Тема 3. Биоремедиация как аналог естественных процессов самоочищения и самовосстановления природных экосистем**

1. Что понимают под самоочищением природной среды?
2. Продукционно-трофическая функция бактерий в водоемах. Измерение бактериальной продукции.
3. Место бактерий в трофической сети водоема. Бактерии как пища водных животных.
4. Основные процессы самоочищения, их зависимость от экологических факторов.
5. Роль микроорганизмов в самоочищении вод.
6. Общие закономерности микробиологической деструкции загрязняющих веществ.
7. Интегральные показатели окислительной способности микроорганизмов водоемов.
8. Показатели биоиндикации степени загрязнения водоемов.
9. Санитарно-показательные микроорганизмы и их участие в круговороте вещества и энергии в природных микробоценозах.
10. Особенности деструкционных процессов в осадках водоемов.
11. Роль микроорганизмов в функционировании наземных экосистем.
12. Самоочищение почвы: понятие и оценка.
13. Показатели самоочищения почвы от пестицидов.
14. Самоочищение почв от некоторых пестицидов.
15. Самоочищение почв от пестицидов и численность различных групп микроорганизмов.
16. Влияние экофакторов на самоочищение природной среды.
- 17.. Факторы самоочищения нефтезагрязненных почв и основные направления рекультивации земель.
18. Воздействие нефти на почву и влияние внешних факторов на процессы самовосстановления.

### **Тема 4. Основные направления рекультивации земель**

1. Виды рекультивации земель и воды.
2. Основные этапы рекультивации.
3. Характеристика технологического этапа.
4. Описание биологического этапа.

### **Тема 5. Экологическое обоснование выбора биопрепаратов для биоремедиации почв и водоемов.**

1. Биогенный характер устойчивости экосистем к природным и антропогенным воздействиям
2. Оценка устойчивости почвенных и водных микробоценозов по величине метаболического коэффициента.
3. Варьирование пространственно-временных параметров микробоценозов под влиянием природных и антропогенных воздействий.
4. Оценка степени и продолжительности нарушения природных сред.
5. Адаптация микроорганизмов к ксенобиотикам как фактор ускорения самоочищения природной среды.

### **Тема 6. Очистка микроорганизмами-деструкторами почв, поверхностных и грунтовых вод от промышленных загрязнений**

1. Характеристика ксенобиотиков как источников углерода и энергии для микроорганизмов-деструкторов.
2. Процессы деструкции или трансформации ксенобиотиков чистыми культурами микроорганизмов.

3. Процессы деструкции или трансформации ксенобиотиков смешанными культурами микроорганизмов.
4. Наиболее распространенные в России биопрепараты их краткая характеристика.
5. Биохимические методы оценки препаратной интоксикации ихтиофауны и других водных объектов.
6. Эколого-рыбохозяйственное нормирование препаратов Родер, Дестройл, Универсал в воде рыбохозяйственных водоемов.
7. Критерии оценки токсичности препаратов для водных объектов.

### **Тема 7. Восстановление почв и вод посредством применения полифункциональных микробных препаратов**

1. Оценка эффективности применения бактериальных препаратов при биоремедиации нефтезагрязненных почв в лабораторных условиях.
2. Влияние биопрепаратов на фитотоксические свойства рекультивируемой нефтезагрязненной почвы.
3. Использование препарата «Дестройл» для очистки от мазута почв и вод.
4. Очистка вод оборотного цикла водоснабжения и промышленных сточных вод от нефтепродуктов с применением препарата «Дестройл».
5. Очистка сточных вод и воды оборотных циклов водоснабжения предприятий от нефтепродуктов с применением бактериальных препаратов
6. Снижение содержания нефтепродуктов в эмульсионных стоках промышленных предприятий с использованием биопрепарата «Дестройл»
7. Применение бактериального препарата «Дестройл» для очистки от нефтепродуктов пресных водоемов.
8. Применение биопрепарата «Родер» для биоремедиации почв и водоемов.
9. Применение биопрепарата «Универсал» для очистки нефтезагрязненных почв и вод.

### **Тема 8. Нормативная база рекультивационных работ**

1. Разработка программы рекультивационных работ.
2. Нормирование рекультивационных работ.

#### **Список вопросов к зачету (примерный)**

1. Масштаб загрязнения ксенобиотиками наземных и водных экосистем, актуальность внедрения биоремедиации в систему восстановления.
2. Пестициды и их негативное воздействие на экосистемы.
3. Нефть и нефтепродукты и их негативное воздействие на экосистемы.
4. Тяжелые металлы и их негативное воздействие на экосистемы.
5. Длительное сельскохозяйственное воздействие и деградация почв.
6. Основы устойчивого функционирования экосистем.
7. Цикл углерода и участие в нем микроорганизмов.
8. Цикл серы и участие в нем микроорганизмов.
9. Цикл азота и участие в нем микроорганизмов.
10. Цикл фосфора и участие в нем микроорганизмов.
11. Циклы металлов с переменной валентность и участие в нем микроорганизмов.
12. Взаимосвязь циклов биогенных элементов друг с другом.
13. Аэробная деструкция органического вещества в природе.
14. Анаэробная деструкция органического вещества в природе.
15. Особенности деградации пестицидов в природных средах.
16. Особенности деградации нефтепродуктов в природе.
17. Самоочищение природных сред и факторы его определяющие.
18. Влияние экологических факторов на самоочищение природной среды.

19. Динамика численности некоторых групп микроорганизмов при самоочищении почвы от пестицидов.
20. Динамика численности некоторых групп микроорганизмов при самоочищении почвы от нефтепродуктов.
21. Адаптация микроорганизма к экополлютанту как фактор ускорения самоочищения природной среды.
22. Экспериментальный подход к выделению микроорганизмов-деструкторов экополлютантов и разработке биопрепаратов для биоремедиации.
23. Интегральный подход к оценке эффективности самоочищения природных сред по их микробиологической активности.
24. Устойчивость природных экосистем к длительным воздействиям экополлютантов и способы ее оценки.
25. Сравнение устойчивости почвы при природных и антропогенных воздействиях.
26. Оценка пригодности коммерческих биопрепаратов для биоремедиации нефтезагрязненных природных сред в модельных условиях.
27. Значение биохимических показателей в оценке безопасности биопрепаратов для фауны нефтезагрязненных сред.
28. Значение фитотоксических показателей в оценке пригодности применения биопрепаратов в целях очищения природных сред от нефтепродуктов.
29. Применение препарата «Универсал» в целях биоремедиации нефтезагрязненных экосистем.
30. Применение препарата «Родер» в целях биоремедиации нефтезагрязненных экосистем.
31. Применение препарата «Дестройл» в целях биоремедиации нефтезагрязненных экосистем.
32. Причины дефицита биопрепаратов для очищения от экополлютантов загрязненных сред в настоящее время и необходимость разработки новых.

#### **Правила выставления оценки по результатам фронтального опроса:**

- *Отлично* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос с включением в содержание ответа содержания лекции, материалов учебников, дополнительной литературы без наводящих вопросов.

- *Хорошо* выставляется за полный ответ на поставленный вопрос в объеме лекции, с включением в содержание ответа материалов учебников с четкими положительными ответами на наводящие вопросы преподавателя.

- *Удовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено более половины требуемого материала, с положительным ответом на большую часть наводящих вопросов.

- *Неудовлетворительно* выставляется за ответ, в котором озвучено менее половины требуемого материала или не озвучено главное в содержании вопроса с отрицательными ответами на наводящие вопросы, или обучающийся отказался от ответа без предварительного объяснения уважительных причин.

#### **Правила выставления оценки за семинар (по результатам презентаций докладов и их обсуждения):**

- *Отлично* выставляется, если обучающийся демонстрирует глубокое и прочное усвоение программного материала, дает полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видеоизменении задания, свободно справляется с

поставленными задачами, правильно обосновывает принятые решения, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.

- *Хорошо* выставляется, если обучающийся демонстрирует знание программного материала, грамотное излагает, без существенных неточностей ответ на вопрос, правильно применяет теоретические знания, владеет необходимыми навыками при выполнении практических задач.

- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся демонстрирует усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушение последовательности в изложении программного материала, затруднения в выполнении практических задач.

- *Неудовлетворительно* выставляется, если обучающийся демонстрирует незнание программного материала, при ответе возникают ошибки, затруднения при выполнении практических задач.

### **Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;

- студент свободно владеет научной терминологией;

- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;

- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;

- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;

- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;

- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;

- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;

- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;

- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;

- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Биоремедиация»**

### **Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Биоремедиация» являются лекции. Практические занятия проводятся по всем темам и связаны с рассмотрением теоретических и практических вопросов. При их проведении используются активные методы: работа в малых группах, творческие задания, структурирование проблем с помощью метаплана. Одновременно предусмотрено проведение фронтальных опросов и обсуждение докладов по контрольным вопросам темы.

Для успешного освоения дисциплины очень важно самостоятельное изучение большого количества теоретического материала. Основные вопросы дисциплины разбираются на лекциях и практических занятиях, при необходимости проводятся дополнительные консультации. В процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз проработать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, практических занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы и поиску и изучению дополнительной литературы при подготовке докладов по контрольным вопросам темы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается разработкам проектов, задания и дополнительные материалы для которых представлены в ЭУК в LMS Moodle ЯрГУ. Они являются интегральными и требуют знаний по нескольким темам. Для проверки и контроля усвоения материала в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде фронтального опроса, обсуждения докладов. Также проводятся консультации по разбору наиболее трудных вопросов рассматриваемых разделов.

В конце изучения дисциплины студенты сдают зачет. Он принимается по билетам, каждый из которых включает в себя три теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к зачету выделяется три дня, во время подготовки к зачету предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Биоремедиация» самостоятельно студенту крайне сложно. Это связано со сложностью изучаемого материала и большим объемом курса. Поэтому посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение семестра сдать зачет по итогам изучения дисциплины студенту практически невозможно.