

**Б1.В.08**  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

**Дисциплины  
(модуля)**

**Биоремедиация**

---

Разработчик (и):  
Литвинова М.Ю.  
ФИО

ДОЦЕНТ  
должность

К.Б.Н.  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры  
микробиологии и биохимии  
наименование кафедры

протокол № 10 от 26.03.2024 г.

Заведующий кафедрой микробиологии и биохимии



\_\_\_\_\_   
подпись

Макаревич Е.В.  
ФИО

## Пояснительная записка

Объем дисциплины 4 з.е.

**1. Результаты обучения по дисциплине (модулю),** соотнесенные с индикаторами достижения компетенций, установленными образовательной программой

Компетенции	Индикаторы достижения компетенций	Результаты обучения по дисциплине (модулю)
<b>ПК-2</b> Способен применять на практике фундаментальные и прикладные знания и методы биологии в сфере защиты окружающей среды и ликвидации последствий вредного на нее воздействия.	ИД-1 <sub>ПК-2</sub> Формирует, поддерживает коллекции микроорганизмов-деструкторов и использует их для очистки почв и вод	<b>Знать:</b> основы природоохранных биотехнологий; методы выделения, идентификации, хранения и размножения микроорганизмов - деструкторов промышленных загрязнений; <b>Уметь:</b> использовать микробиологические методы работы с культурами микроорганизмов; <b>Владеть:</b> методами работы с культурами микроорганизмов и вести отбор и поддержание коллекции штаммов микроорганизмов-деструкторов, пригодных для биоремедиации.

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Введение. Понятие биоремедиации. Понятия и агенты биоремедиации.** Микробные популяции для процессов биоремедиации. Факторы, влияющие на процессы биодеградации. Технологии биодеградации, основанные на использовании рекомбинантных Биоремедиация *in situ*. Биоремедиация *ex situ*. Преимущества и недостатки биоремедиации.

**Тема 2. Биологическая очистка промышленных сточных вод и природных загрязненных водных сред.** Общая характеристика сточных вод, показатели загрязненности сточных вод. Принципы организации очистных сооружений. Характеристика биоценозов очистных сооружений. Методы биологической очистки. Аэробные процессы очистки сточных биологической очистки и типы аппаратов. Аэротенки. Окситенки. Биофильтры. Анаэробные процессы очистки сточных вод. Промышленные аппараты. Характеристика биопленки и активного ила. Утилизация активного ила. Биотехнологическая очистка сточных вод водорослями и водными растениями. Биологические пруды с микроводорослями. Биологические пруды с высшей водной растительностью. Очистка сточных вод грибными препаратами и ферментами. Биологического мониторинга и биотестирования состояния водных экосистем. Индикаторная роль отдельных организмов. Биологическая очистка сточных вод, газовоздушных выбросов. Биологическая очистка сточных вод. Аэробная биологическая очистка. Анаэробная биологическая очистка. Методы и технологии удаления биогенных элементов.

**Тема 3. Биологическая очистка и дезодорация газовоздушных выбросов.** Атмосферные загрязнители. Физические и биологические закономерности улавливания и деградации газовых выбросов. Методы очистки воздуха. Типы биокатализаторов и аппараты. Биофильтры. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток. Биореакторы с отмываемым слоем. Принципы работы.

**Тема 4. Биоремедиация почв.** Небиологические методы и технологии ремедиации почв. Биологические и комбинированные методы и технологии ремедиации почв. Биопрепараты для ремедиации почв. Характеристика технологий восстановления почвенного покрова. Выбор технологии восстановления почвы перед ее осуществлением. Биологические методы утилизации твердых отходов. Биодеградация. Биометаногенез как процесс ликвидации отходов. Типы и устройство метантенков. Получение биогаза. Переработка растительного сырья и углеводсодержащих отходов в белок одноклеточных организмов. Основные принципы процесса компостирования. Компостирование. Компостирование в биореакторах. Вермикомпостиро-

вание. Применение компоста.

**Тема 5. Основные направления биоремедиации.** Фиторемедиация. Ризоремедиация. Фитоэкстракция или фитоаккумуляция. Фитотрансформация или фитодеградация. Фитостабилизация. Фитодеградация или ризодеградация. Ризофильтрация. Использование ассоциативных с растением микроорганизмов для биоремедиации загрязнения. Детоксикационный потенциал растений. Потенциал использования ризосферы для биоремедиации. Биодеградация органических поллютантов в корневой зоне растений. Фитоаугментация. Биоаугментация. История биоаугментации. Проблемы, связанные с биоаугментацией. Биоаугментация с капсулированными микроорганизмами. Методы, увеличивающие микробное передвижение. Использование смешанных культур для биоремедиации. Генетически модифицированные микроорганизмы (ГММ) и биоремедиация. Контроль за генетически модифицированными микроорганизмами, выпущенными в окружающую среду. Методы для исследования выживаемости и активности инокулированных микроорганизмов. Воздействие биоаугментации на аборигенные микроорганизмы. Изучение биоаугментации в полевых условиях. Очистка загрязненных сред от нефти, тяжелых металлов, радионуклидов. Экологический мониторинг при биоремедиации. Проблемы и перспективы биоремедиации окружающей среды. Перспективные технологии получения экологически безопасных биопластиков, биодegradуемых пленок и оболочек. Негативные последствия накопления синтетических полимерных материалов. Биоразлагаемые полимеры. Масштабы производства и сферы применения.

**Тема 6. Формирование коллекций микроорганизмов.** Выделение штаммов микроорганизмов из разных природных источников, в т.ч. экстремальных мест обитаний. Идентификация штаммов микроорганизмов методом секвенирования маркерных последовательностей. Проверка аутентичности коллекционного фонда микроорганизмов. Поддержание штаммов микроорганизмов в живых культурах. Базы данных микроорганизмов. Депонирование микроорганизмов. Биологические ресурсные центры. Проблемы хранения микроорганизмов. Методы непродолжительного культивирования. Субкультивирование, или метод перевиваемых культур. Хранение под минеральным маслом. Вода или водносолевые растворы. Хранение замораживанием ниже точки кристаллизации воды. Высушивание. Методы долгосрочного хранения. Консервирование высушиванием из жидкого состояния. Лиофилизация. Консервирование замораживанием при низких температурах. Подготовка культур микроорганизмов к криоконсервации. Контроль качества единиц хранения. Коррекция нарушений качества единиц хранения. Микроскопирование культур и клеточных суспензий (в том числе, с применением флуоресцентных красителей). Электронно-микроскопическому исследованию ультратонких срезов клеток микроорганизмов.

### **3. Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины (модуля)**

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические указания к выполнению лабораторных и контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МАУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным».

### **4. Фонд оценочных средств по дисциплине (модулю)**

Является отдельным компонентом образовательной программы, разработан в форме отдельного документа, представлен на официальном сайте МАУ в разделе «Информация по образовательным программам, в том числе адаптированным». ФОС включает в себя:

- перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля);
- задания текущего контроля;
- задания промежуточной аттестации;
- задания внутренней оценки качества образования.

## **5. Перечень основной и дополнительной учебной литературы** (печатные издания, электронные учебные издания и (или) ресурсы электронно-библиотечных систем)

### **Основная литература:**

1. Вилкова, Е. А. Основы микробиологии и экологии микроорганизмов: учебное пособие / Е. А. Вилкова, Н. А. Ильина, Н. М. Касаткина. — Ульяновск: УлГПУ им. И.Н. Ульянова, 2016. — 140 с. — ISBN 978-5-86045-874-1. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/112110>
2. Коростелёва, Л. А. Основы экологии микроорганизмов: учебное пособие / Л. А. Коростелёва, А. Г. Коцаев. — Санкт-Петербург: Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1400-0. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211103>
3. Коротченко, И. С. Биоремедиация: учебное пособие / И. С. Коротченко. — Красноярск: КрасГАУ, 2020. — 246 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/187119>
4. Пучкова, Т. А. Биотехнология очистки промышленных отходов: учебное пособие / Т. А. Пучкова. — Минск: БГУ, 2018. — 175 с. — ISBN 978-985-566-529-9. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180422>

### **Дополнительная литература:**

5. Биотехнология и микробиология анаэробной переработки органических коммунальных отходов: монография / под общей редакцией А. Н. Ножевниковой. — Москва: Логос, 2016. — 320 с. — ISBN 978-5-98699-166-5. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/124983>
6. Гарицкая, М. Ю. Экология растений, животных и микроорганизмов: учебное пособие / М. Ю. Гарицкая, А. А. Шайхутдинова, А. И. Байтелова. — Оренбург: ОГУ, 2016. — 345 с. — ISBN 978-5-7410-1492-9. — Текст : электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/98092>
7. Использование углеводородокисляющих бактерий при биоремедиации нефтезагрязненных почв и вод / О. А. Кирий, С. И. Колесников, А. Н. Зинчук, К. Ш. Казеев; Южный федеральный университет. — Ростов-на-Дону: Южный федеральный университет, 2013. — 140 с.: ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445311>
8. Ермаков, В. В. Экология микроорганизмов: методические указания / В. В. Ермаков. — Самара: СамГАУ, 2021. — 52 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/222149>
9. Посевина, Ю. М. Экология растений, животных и микроорганизмов: учебно-методическое пособие / Ю. М. Посевина. — Рязань: РГУ имени С.А.Есенина, 2016. — 100 с. — ISBN 978-5-88006-903-3. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/164531>
10. Султангареева, А. Х. Экологические особенности биологических систем в условиях антропогенного пресса: учебно-методическое пособие / А. Х. Султангареева. — Казань: КГАУ, 2015. — 64 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/138610>

## **6. Профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

- 1) Государственная система правовой информации - официальный интернет-портал правовой информации- URL: <http://pravo.gov.ru>
- 2) Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам»- URL: <http://window.edu.ru>
- 3) Справочно-правовая система. Консультант Плюс - URL: <http://www.consultant.ru/>

## 7. Перечень лицензионного и свободно распространяемого программного обеспечения, в том числе отечественного производства

- 1) *Офисный пакет Microsoft Office 2007*
- 2) *Система оптического распознавания текста ABBYY FineReader*

## 8. Обеспечение освоения дисциплины лиц с инвалидностью и ОВЗ

Обучающиеся из числа инвалидов и лиц с ОВЗ обеспечиваются печатными и (или) электронными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля) представлено в приложении к ОПОП «Материально-технические условия реализации образовательной программы» и включает:

- учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных программой магистратуры, оснащенные оборудованием и техническими средствами обучения;
- помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде МАУ;

Допускается частичная замена оборудования его виртуальными аналогами.

## 10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной деятельности	Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
	1	
Лекции	20	20
Лабораторные работы	36	36
Самостоятельная работа	88	88
Подготовка к промежуточной аттестации	-	-
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144</b>	<b>144</b>
/ из них в форме практической подготовки	<b>/36</b>	<b>/36</b>
Экзамен	-	-
Зачет/зачет с оценкой	+/-	+/-

## Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	<b>Очная форма</b>
1	Лабораторная работа № 1. Общие правила в микробиологии. Техника безопасности и общие правила в микробиологии. Основное оборудование микробиологической лаборатории.
2	Лабораторная работа № 2. Выделение штаммов микроорганизмов из разных природных источников. Получение накопительных культур. Подбор состава питательной среды и селективных условий для культивирования. Техника посева, методы выделения чистых культур и культуральные свойства микроорганизмов.
3	Лабораторная работа № 3. Получение чистых культур микроорганизмов. Микрокопирование культур и клеточных суспензий (в том числе, с применением флуоресцентных красителей). Изучение культуральных и физиолого-биохимических особенностей микроорганизмов.
4	Лабораторная работа № 4. Методы длительного хранения коллекционных культур микроорганизмов.
5	Лабораторная работа № 5. Определение выживаемости и активности клеток в отношении углеводов после хранения. Определение динамики роста микроорганизмов в среде с 1% углеводов.
6	Лабораторная работа № 6. Изучение субстратного спектра микроорганизмов. Определение способности штаммов бактерий к росту на средах с углеводородами (парафин, нефть, бензин и т.д.).
7	Лабораторная работа № 7. Эмульгирующие свойства поверхностно-активных веществ, синтезируемых штаммов (субстраты для эмульгирования: керосин, толуол, дизельное топливо и т.д.).
8	Лабораторная работа № 8. Определение показателя гидрофобности поверхности клеток.
9	Лабораторная работа № 9. Антифугальная и фитотоксическая активности штаммов бактерий.