

Б1.В.13  
шифр дисциплины

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

Дисциплины  
(модуля)

Экология микроорганизмов

---

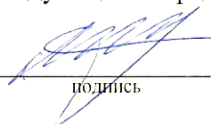
Разработчик (и):  
Литвинова М.Ю.  
ФИО  
доцент кафедры МиБ  
должность

к.б.н.  
ученая степень,  
звание

Утверждено на заседании кафедры  
микробиологии и биохимии  
наименование кафедры

протокол № 4 от 12.01.2021 г.

Заведующий кафедрой МиБ

  
\_\_\_\_\_ Макаревич Е.В.  
подпись 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-4</b> Способен планировать и проводить мониторинг окружающей среды, оценку изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов, кроме этого, применять нормативную документацию в соответствующей области знаний	ИД-3ПК4 Понимает общие принципы использования микроорганизмов в биомониторинге и биоремедиации экосистем, планирует и проводит микробиологический мониторинг окружающей среды.	Знать: основные представления о возможностях использования микроорганизмов в восстановлении территорий, пострадавших от антропогенных факторов; Уметь: применять базовые представления об экологии микроорганизмов для оценки состояния природной среды и принципы мониторинга; Владеть: методологией эколого-микробиологических исследований в различных экосистемах, методами сбора и обработки данных, мониторинга и оценки состояния окружающей среды.

## 2. Содержание дисциплины (модуля)

**Тема 1. Введение. Из истории развития экологической бактериологии. Основные понятия общей экологии.** Возникновение экологии бактерий (С.Н. Виноградский, М. Бейеринк, Т. Шлезинг, А. Мюнц, П. Дегерен, М.С. Воронин, Г. Гельригель, Г. Вильфарт, П.А. Костычев, Д.И. Ивановский). Корни экологии микроорганизмов: общая экология, микробиология. Общая экология во второй половине XIX века. Введение понятий «биоценоз» /К. Мебиус/ и «сообщество». Успехи общей экологии в XX в. Введение понятия «экосистема» /А.Тенсли/ и «биогеоценоз» /В.Н.Сукачев/. Учение о биосфере В.И.Вернадского. Формирование современной экологии и экологии микроорганизмов. Экологический принцип Виноградского-Бейеринка. Основные понятия общей экологии. Численность и разнообразие микроорганизмов в экосистемах. Дисперсия микроорганизмов. Характеристика микробных экосистем. Авторегуляция микробных сообществ.

### Тема 2. Функциональное разнообразие микроорганизмов

Экофизиология микроорганизмов. Трофическое разнообразие: фото- и хемотрофы, лито- и органотрофы, авто- и гетеротрофы, аэробы и анаэробы, микроаэрофилы. Способы получения энергии для роста. Симбиотические отношения бактерии с простейшими и беспозвоночными. Цианеллы. Трофосомы. Микробные сообщества пищеварительного тракта. Их значение для жизни животных. Термодинамические требования к энергодающей реакции. Еп-рН диаграммы. Минимум энергии, необходимой для роста. Специализация по используемому субстрату, монотрофы и политрофы. Адаптивные ферменты катаболизма. Сахаролитические, пептолитические, липолитические организмы. Гидролитические организмы. Газотрофы. Литотрофы. Аэробы, анаэробы, факультативные анаэробы. Топическое разнообразие. Факторы внешней среды, определяющие рост. Психрофилы, мезофилы, термофилы, гипертермофилы. Стено- и эвритермные формы. Тепловой шок. Нейтрофилы, ацидофилы, алкалофилы. Галофилы, морские, пресноводные формы, механизмы осморегуляции и осмопротекторные вещества. Эвригалинные формы. Активность воды и ксерофитизм. Свет и хроматическая адаптация. Фотосинтетически

активная радиация (ФАР) для разных групп фототрофов. Радиопротекторные системы. Приспособление к физическим условиям: взвешенные (планктонные), прикрепленные формы. Способы движения. Роль гликокаликса. Формирование биопленок и жизнь в коллоидной среде. Кренофилы. Микроградиенты. Жизнь в подвижной среде и кренофилы. Планктон, бентос, эпифиты, литофильные организмы, биоминерализация. Микробиоциды. Механизмы адаптации бактерий к абиотическим факторам среды.

**Тема 3. Микробное сообщество.** Типы симбиоза: экзо- и эндосимбиоз; метабиоз, мутуализм, комменсализм, паразитизм, антагонизм; факультативные и облигатные симбионты. Функции симбиоза. Эволюция симбиоза. Симбиотические ассоциации микроорганизмов. Взаимоотношения микроорганизмов и макроорганизмов. Патогенные микроорганизмы. Природные популяции микроорганизмов. Особенности микроценозов. Трофическая структура микробного сообщества. Кооперативные взаимоотношения и конкуренция в сообществе. Жизненные стратегии. Трофические взаимодействия в сообществе. Продукт-субстратные взаимодействия между организмами. Трофические цепи и сети. Термодинамические требования к сообществу и отдельным организмам в нем. Межвидовой перенос водорода и катаболическая синтрофия. Обратные связи в сообществе и их регуляторная роль. Экофизиологические группы в сообществе: первичные продуценты, деструкторы и их специализация по субстратам. Копиотрофы (зимогены), гидролитики, диссипотрофы, первичные анаэробы - бродильщики, вторичные анаэробы, вторичная продукция, бактериолитическая петля, бактериальный окислительный фильтр (газотрофы), автохтоны, Развитие сообщества от колонизации до климакса. Сукцессия. Автономные сообщества с участием первичных продуцентов. Разложение аллохтонного вещества. Метаногенные и сульфидогенные сообщества. Бинарные взаимодействия. Конкуренция за субстрат и правило конкурентного вытеснения (Гаузе). Проткооперация и анаболическая синтрофия. Обмен факторами роста. Удаление токсических продуктов. Антибиоз к продукция физиологически активных веществ. Физическая организация сообществ в пространстве. Правило минимального диффузионного расстояния. Цианобактериальное сообщество как прототип взаимодействий в сообществе. Пространственная организация взаимодействующих групп микроорганизмов. Эдификаторы. Биопленки. Хлопья. Взаимодействия микроорганизмов с представителями других групп живого мира. Альго-бактериальные взаимодействия. Микроорганизмы-паразиты водорослей и растений. Бактерии - симбионты простейших. Развитие простейших в анаэробических условиях в результате взаимодействия с анаэробными бактериями. Бактериотрофные простейшие и беспозвоночные-фильтраторы. Контроль хищников за состоянием популяции.

**Тема 4. Биосфера и природные местообитания микроорганизмов.** Микроорганизмы как часть экосистемы. Роль микроорганизмов в глобальных циклах элементов (углерода, азота, серы и других). Лимитирование роста и развития микроорганизмов экологическими факторами. Экстремофильные микроорганизмы. Физиологические группы микроорганизмов. Роль микроорганизмов в эволюции биосферы. Сопряжение биогеохимических циклов. Сопряженный цикл органического углерода, кислорода, углекислоты и стехиометрические отношения в нем. Анаболическое сопряжение циклов азота и фосфора с циклом органического углерода. Сопряжение цикла органического углерода с циклом серы через сульфидогенное сообщество и сульфатобразующих организмов, цикл железа. Сопряжение цикла органического углерода с углекислотным выветриванием формированием карбонатов, с одной стороны, и продуктов выветривания - глин, с другой. Основные, функциональные группировки организмов цикла органического углерода. Основные группы цикла азота: азотфиксаторы, аммонификаторы, уробактерии, нитрификаторы, аммиачные нитрат-редукторы, денитрификаторы. Основные группы цикла серы: сульфатредукторы, сероредукторы, серобактерии, тионовые бактерии, аноксигенные серные фотосинтезирующие бактерии. Основные группы цикла железа: аэробные железобактерии, железоредукторы, магнетитобразующие бактерии, магнетотактические бактерии.

**Тема 5. Микробные местообитания. Функции микроорганизмов в природе.** Экология водных микроорганизмов. Характеристика водоёмов как среды обитания микроорганизмов. Общая характеристика водных микроорганизмов. Особенности водных микроорганизмов. Значение микроорганизмов в первичной продукции водоемов и минерализации органических веществ. Основные физиологические группы микроорганизмов, участвующих в превращениях веществ в водоемах и круговорот биогенных элементов. Микроценозы пресных водоемов. Классификация озер по трофии. Микрофлора болот.

Экология почвенных микроорганизмов. Почва – гетерогенная среда обитания микроорганизмов. Микробное население почвы. Функциональная роль почвенных микроорганизмов. Особенности почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в почвообразовательных процессах и в плодородии почв. Микроценозы почвы. Зимогенная и автохтонная микрофлора. Структура микробного ценоза почвы. Распределение микроорганизмов в почве. Деграция органического вещества в почве (разложение целлюлозы, лигнина и др.). Азотфиксация и проблема плодородия почвы. Свободноживущие и симбиотические азотфиксирующие микроорганизмы. Выживаемость патогенных микроорганизмов в почве. Роль микроорганизмов в формировании газового состава атмосферы.

#### **Тема 6. Прикладная экология микроорганизмов.**

Биодеградация. Биологическая обработка органических отходов. Роль микроорганизмов в очистке окружающей среды. Аэробная очистка сточных вод. Анаэробная обработка концентрированных стоков. Обработка твёрдых отходов. Биоремедиация загрязнённых почв и грунтов. Геохимическая деятельность микроорганизмов и их использование при добыче полезных ископаемых. Биогеотехнология металлов. Самоочищение природных сред. Контроль состояния природной среды. Деграция ксенобиотиков. Биокоррозия. Рекультивация. Борьба с загрязнением нефтью. Биогеотехнология. Бактериальная гидрометаллургия. Добыча нефти и нефтяная микробиология.

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

- мультимедийные презентационные материалы по дисциплине (модулю) представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические указания к выполнению лабораторных и контрольных работ представлены в электронном курсе в ЭИОС МГТУ;
- методические материалы для обучающихся по освоению дисциплины (модуля) представлены на официальном сайте МГТУ 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 МГТУ 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. 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>
3. Добровольский, Г.В. Экология почв: учение об экологических функциях почв / Г.В. Добровольский, Е.Д. Никитин; Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова. — 2-е изд., уточн. и доп. — Москва : Московский Государственный Университет, 2012. — 412 с. : ил., табл. — (Классический университетский учебник). — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=595569>
4. 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>
5. 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>
6. Нетрусов, А. И. Микробиология : учеб. для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. - 2-е изд., стер. - Москва: Академия, 2007. - 349, [1] с.: ил. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки). - Библиогр.: с. 341-342. - ISBN 978-5-7695-4419-4: 363-00. — 15 экз.
7. 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>
8. Феоктистова, Н. А. Основы микробиологии. Экологическая микробиология : учебное пособие / Н. А. Феоктистова. — Ульяновск: УлГАУ имени П. А. Столыпина, 2020. — 73 с. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/207269>
9. Экологическая микробиология: учебно-методическое пособие / М. И. Чернявская, С. А., Г. С. [и др.]. — Минск: БГУ, 2016. — 63 с. — ISBN 978-985-566-268-7. — Текст: электронный // Лань: электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/180399>
10. Экология микроорганизмов: учебник для вузов / [А. И. Нетрусов и др.] ; под ред. А. И. Нетрусова. - Москва: Academia, 2004. - 266, [1] с. - (Серия "Высшее образование"). - ISBN 5-7695-1566-X : 151-00. — 5 экз.

### Дополнительная литература:

11. Богданова О. Ю. Общая микробиология : учеб. пособие для вузов / О. Ю. Богданова; Федер. агентство по рыболовству, ФГБОУ ВПО "Мурман. гос. техн. ун-т". - Мурманск: Изд-во МГТУ, 2014. - 294 с. : цв. ил. - Библиогр.: с. 293-294. - ISBN 978-5-86185-792-5 : 1025-97. — 65 экз.
12. Василенко, Т.А. Оценка воздействия на окружающую среду и экологическая экспертиза: учебное пособие: [16+] / Т.А. Василенко, С.В. Свергузова. — 2-е изд., испр. и доп. — Москва; Вологда: Инфра-Инженерия, 2019. — 265 с.: ил., табл., схем. — Режим доступа: по подписке. — URL:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564888>

13. Госманов, Р. Г. Микробиология и иммунология: учебное пособие / Р. Г. Госманов, А. И. Ибрагимова, А. К. Галиуллин. — 2-е изд., перераб. и доп. — Санкт-Петербург : Лань, 2022. — 240 с. — ISBN 978-5-8114-1440-6. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/211310>
14. Кузина, А. А. Биодиагностика устойчивости почв Черноморского побережья Краснодарского края к загрязнению нефтью и тяжелыми металлами / А. А. Кузина, С. И. Колесников, К. Ш. Казеев; Южный федеральный университет, Академия биологии и биотехнологии им. Д.И. Ивановского. — Ростов-на-Дону : Южный федеральный университет, 2015. — 125 с.: ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=445191>
15. Петрищева, Т. Ю. Эколого-биологическая характеристика почвенных микроскопических грибов черноземных почв / Т. Ю. Петрищева; Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. — Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2016. — 125 с. : табл., граф., ил. — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=498234>
16. Простаков, Н.И. Биоэкология : учебное пособие / Н.И. Простаков, В.Б. Голуб ; Воронежский государственный университет инженерных технологий. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014. — 439 с. : схем., ил., табл. — (Учебник Воронежского государственного университета). — Режим доступа: по подписке. — URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441605>
17. Сенчакова, Т. Ю. Биотические связи микромицетов чернозема в агроэкосистемах лесостепи / Т. Ю. Сенчакова, И. Д. Свистова; Елецкий государственный университет им. И.А. Бунина. — Елец: Елецкий государственный университет им. И. А. Бунина, 2011. — 103 с. : табл., ил., схемы — Режим доступа: по подписке. — URL: <https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=364536>
18. 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 МГТУ;

Допускается 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
	8			
Лекции	20			20
Лабораторные работы	36			36
Самостоятельная работа	52			52
Подготовка к промежуточной аттестации	36			36
<b>Всего часов по дисциплине</b>	<b>144</b>			<b>144</b>
/ из них в форме практической подготовки	/36			/36
Экзамен	+			+
Зачет/зачет с оценкой	-/-			-/-
Курсовая работа (проект)	-			-
Количество расчетно-графических работ	-			-
Количество контрольных работ	1			1
Количество рефератов	-			-
Количество эссе	-			-

### Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п/п	Темы лабораторных работ
1	2
	<b>Очная форма</b>
1	Лабораторная работа № 1. Углекислородфиксирующие микроорганизмы как естественная часть гетеротрофного бактериопланктона водных экосистем
2	Лабораторная работа № 2. Эвтрофные и олиготрофные бактерии, как основные группы гетеротрофного бактериопланктона
3	Лабораторная работа № 3. Микробиологический мониторинг воды, почвы, воздуха. Микроорганизмы-индикаторы качества окружающей среды. Микробиологические показатели (санитарно-микробиологические и санитарно-эпидемиологические: микробное число, количество сапрофитных бактерий, патогенной микрофлоры, бактерий группы кишечной палочки и др.)
4	Лабораторная работа № 4. Микроорганизмы, обитающие в ризосфере и ризоплане растений.
5	Лабораторная работа № 5. Эпифитные микроорганизмы зерна.
6	Лабораторная работа № 6. Окисление жира микроорганизмами.
7	Лабораторная работа № 7. Разложение белковых веществ микроорганизмами.
8	Лабораторная работа № 8. Анаэробное разложение клетчатки микроорганизмами.
9	Лабораторная работа № 9. Нитрификация и денитрификация.
10	Лабораторная работа № 10. Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы.



