

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

**Дисциплины
(модуля)**

Экология микроорганизмов

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)
ПК-4 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-3 _{ПК4} 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. Е_п-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. Микрониши. 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 - глинов, 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 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. 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 МАУ;

Допускается замена оборудования его виртуальными аналогами.

10. Распределение трудоемкости по видам учебной деятельности

Таблица 1 - Распределение трудоемкости

Вид учебной нагрузки	Распределение трудоемкости дисциплины по формам обучения	
	Очная	
	Семестр	Всего часов
	8	
	Аудиторные часы	
Лекции	20	20
Лабораторные работы	36	36
Самостоятельная работа	52	52
Подготовка к промежуточной аттестации	36	36
Всего часов по дисциплине	144	144
Формы промежуточной аттестации и текущего контроля		
Экзамен	+	+
Количество контрольных работ	+	+

Перечень лабораторных работ по формам обучения

№ п\п	Темы лабораторных работ
1	Лабораторная работа № 1. Углекислородфиксирующие микроорганизмы как естественная часть гетеротрофного бактериопланктона водных экосистем
2	Лабораторная работа № 2. Автотрофные 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.

