


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«САРАТОВСКИЙ НАЦИОНАЛЬНЫЙ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ ИМЕНИ Н.Г. ЧЕРНЫШЕВСКОГО»  
Биологический факультет

УТВЕРЖДАЮ  
Декан биологического факультета  
 О.И. Юдакова

  
"7"  2021 г.

**Рабочая программа дисциплины**  
**ЭКОЛОГИЯ МИКРОБНЫХ СООБЩЕСТВ**

Направление подготовки магистратуры

*06.04.01 Биология*

Профиль подготовки магистратуры

*Общая биология*



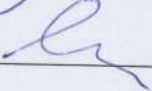
Квалификация (степень) выпускника

*Магистр*

Форма обучения

*очная*

Саратов,  
2021

Статус	ФИО	Подпись	Дата
Преподаватель-разработчик	Петерсон А. М.		<i>7.09.21</i>
Председатель НМК	Юдакова О. И.		<i>7.09.21</i>
Заведующий кафедрой	Степанов С. А.		<i>7.09.21</i>
Специалист Учебного управления			

## 1. Цели освоения дисциплины.

Целью освоения дисциплины «Экология микробных сообществ» является ознакомление студентов с аспектами взаимодействия микроорганизмов друг с другом и с окружающей средой, с ролью микроорганизмов в круговороте веществ в природе, с вопросами прикладной экологии микроорганизмов.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата.

Дисциплина «Экология микробных сообществ» (Б1.В.ДВ.02.02) относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1. Дисциплины (модули) учебного плана ООП и изучается в 4 семестре. Данная дисциплина логически и содержательно-методически связана с другими дисциплинами цикла ООП.

При освоении данной дисциплины необходимы знания таких предшествующих дисциплин как «Молекулярно-генетические исследования живых организмов», «Учение о биосфере», «Экологическая физиология и биотехнология», «Молекулярно-генетические основы коммуникации организмов», «Микробиологические методы в лабораторной диагностике». Освоение данной дисциплины необходимо для дальнейшего изучения дисциплин «Современная экология и глобальные экологические проблемы», «Философские проблемы естествознания», для успешного прохождения преддипломной практики и подготовки магистерской работы.

## 3. Результаты обучения по дисциплине

Код и наименование компетенции	Код и наименование индикатора (индикаторов) достижения компетенции	Результаты обучения
<b>ПК 1</b> Способен применять знание принципов структурно-функциональной организации биологических объектов, выбирать и использовать основные физиологические, цитологические, биохимические, биофизические, молекулярно-генетические, геоботанические и зоологические методы исследования экосистемы и ее компонентов для решения профессиональных задач в области биологии и экологии	<b>1.1_М.ПК-1</b> Понимает современные проблемы биологии и использует фундаментальные биологические представления в сфере профессиональной деятельности для постановки и решения новых задач; способен осуществлять сбор, обработку, анализ и систематизацию научной информации по биологии, биомедицине и экологии <b>2.1_М.ПК-1</b> Способен описывать проблемы и ситуации профессиональной деятельности, представлять известные и собственные научные результаты, используя язык и аппарат биологической науки <b>3.1_М.ПК-1</b> Самостоятельно анализирует имеющуюся информацию, выявляет фундаментальные проблемы, ставит задачу и выполняет биологические исследования при решении конкретных задач с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств, демонстрирует ответственность за качество работ и научную достоверность результатов <b>4.1_М.ПК-1</b> Применяет физиологические, цитологические, биохимические, биофизические, молекулярно-генетические методы исследования биосистем, осуществляет контроль качества клинических лабораторных исследований третьей категории сложности на преаналитическом, аналитическом и	<b>Знать:</b> основные принципы структурно-функциональной организации микробных сообществ, основные методы их изучения, возможности их использования для решения профессиональных задач в области биологии и экологии. <b>Уметь:</b> применять знания в области экологии микроорганизмов для решения профессиональных задач в области биологии и экологии. <b>Владеть:</b> основными методами изучения микробных сообществ,

	<p>постаналитическом этапах</p> <p><b>5.1_М.ПК-1</b> Осваивает и осуществляет внедрение новых методов клинических лабораторных исследований и медицинских изделий для диагностики <i>in vitro</i>. Выполняет клинические лабораторные исследования третьей категории сложности</p> <p><b>6.1_М.ПК-1</b> Выполняет микробиологические работы (отбор проб для проведения микробиологических работ, выполнение первичных посевов отобранных проб на питательные среды и анализ посевов микробиологических проб).</p> <p><b>7.1_М.ПК-1</b> Проводит биохимический анализ состава организмов, структуры, свойств и локализацию обнаруживаемых в них соединений, путей и закономерностей их образования, последовательности и механизмов превращений, а также их биологической и физиологической роли.</p>	<p>методологией их применения в профессиональной деятельности.</p>
<p><b>ПК 2</b> Способен использовать знание закономерностей общей экологии и современные методы биологии и экологии для проектирования и осуществления мероприятий по охране, использованию, мониторингу и восстановлению биоресурсов и среды их обитания</p>	<p><b>1.1_М.ПК-2</b> Демонстрирует и применяет базовые представления об основах экологии, принципах оптимального природопользования и охраны природы, оценки состояния природной среды, мониторинга, участвует в планировании и реализации соответствующих мероприятий,</p> <p><b>2.1_М.ПК-2</b> Владение предметной областью разработки эффективных методов изучения и оценки состояния организмов, популяций и сообществ во взаимодействии со средой обитания, владением и использованием методов экологии для решения практических задач общей экологии, методами и средствами изучения и оценки состояния почвенной биоты, водных экосистем, ландшафтов, экологического мониторинга, оценки состояния окружающей среды, прогнозирования биологических ресурсов биосферы, рационального природопользования, к решению социально-экологических проблем, в том числе проблем экологии человека.</p> <p><b>3.1_М.ПК-2</b> Оперирует правовыми основами и законодательства РФ в области охраны природы и природопользования</p> <p><b>4.1_М.ПК-2</b> Способен планировать и проводить биологические эксперименты с учетом принципов охраны природы, требований безопасности и охраны труда, применять навыки работы с современной научным оборудованием, с препаратами и живыми объектами.</p> <p><b>5.1_М.ПК-2</b> Планирует и осуществляет мероприятия по охране растительного и животного мира, сохранению биоразнообразия экосистем, рациональному использованию и восстановлению биоресурсов в соответствии с особенностями и потребностями региона.</p>	<p><b>Знать:</b> основные закономерности микробной экологии и современные методы её изучения, возможности использования знаний в области экологии микробных сообществ для проектирования и осуществления мероприятий по охране, использованию, мониторингу и восстановлению биоресурсов и среды их обитания</p> <p><b>Уметь:</b> применять знания в области экологии микроорганизмов для проектирования и осуществления мероприятий по охране, использованию, мониторингу и восстановлению биоресурсов и среды их обитания</p> <p><b>Владеть:</b> основными методами изучения микробных</p>

	<b>6.1_М.ПК-2</b> Осуществляет экологическую оценку состояния поднадзорных территорий и возможности применения на них природоохранных биотехнологий. Разрабатывает маркерные системы и протоколы проведения мониторинга потенциально опасных биообъектов. Анализирует влияние хозяйственной деятельности человека на состояние окружающей среды с применением природоохранных биотехнологий.	сообществ, методологией их применения в профессиональной деятельности.
--	--	--

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц 216 часов.

№ п/п	Раздел дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Формы промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия		Самостоятельная работа	
					Общая трудоемкость	Из них практическая подготовка		
	«Экология микробных сообществ»	4	1-10	10	20	0	150+36	экзамен
1	Основные понятия и методы экологии микроорганизмов.	4	1,2	2	4	0	30	Опрос, рефераты
2	Сообщества микроорганизмов. Различные типы взаимоотношений между микроорганизмами.	4	3,4	2	4	0	30	Опрос, участие в дискуссии
3	Экофизиология микроорганизмов	4	5,6	2	4	0	30	Опрос
4	Экология водных и почвенных микроорганизмов. Участие микроорганизмов в поддержании газового состава атмосферы. Роль микроорганизмов в глобальных циклах элементов.	4	7,8	2	4	0	30	Рефераты
5	Взаимодействие микроорганизмов с макроорганизмами.	4	9,10	2	4	0	30	Опрос, подготовка презентаций
	<b>Промежуточная аттестация</b>						<b>36</b>	<b>Экзамен</b>

	<b>Итого по дисциплине «Экология микробных сообществ» - 216 ч.</b>			<b>216 ч.</b>	
--	--	--	--	---------------	--

## **Содержание дисциплины**

### **1. Основные понятия и методы экологии микроорганизмов.**

Экология микроорганизмов: цели, задачи, предмет. Экология микроорганизмов – одно из направлений современной микробиологии и экологии. Определение микробной экологии. Современные взгляды на определение предмета и задач экологии микроорганизмов. Методы современной микробной экологии. Молекулярные методы экологии микроорганизмов. Место микробной экологии в системе других естественных наук. Значение знаний по микробной экологии для разработки мероприятий по рациональному использованию и охране природных ресурсов. Понятие об экологических факторах. Классификация экологических факторов по разным признакам. Биотические и абиотические факторы. Естественные и антропогенные факторы. Условия обитания и ресурсы. Классификация факторов в зависимости от подсистем, которые она характеризует: космические, атмосферные, микроклиматические, почвенные, растительного происхождения, антропогенные. Классификация факторов по характеру их временной динамики: постоянные, периодические и аperiodические. Понятие об абиотических факторах и экологической физиологии. Понятие экологической ниши. Современная концепция экологической ниши как комплексной аутоэкологической характеристики влияния на организм экологических факторов. Экологическая ниша как область в пространстве экологических факторов. Популяция. Характеристики популяции (численность и плотность). Взаимодействие популяций. Сообщества. Характеристики сообществ (видовой состав, видовое богатство, видовое разнообразие). Трофические связи: продуценты и консументы. Редуценты. Экосистемы. Сукцессии.

### **2. Сообщества микроорганизмов. Различные типы взаимоотношений между микроорганизмами.**

Микробное сообщество как целостность. Термодинамические требования к сообществу и отдельным организмам в нем. Трофические взаимодействия в микробном сообществе. Продуктсубстратные взаимодействия между организмами. Трофические цепи и сети. Кооперативные трофические взаимоотношения. Экофизиологические группы в сообществе: первичные продуценты, деструкторы и их специализация по субстратам. Копиотрофы (зимогены), гидролитики, диссиптрофы, первичные анаэробы, вторичные анаэробы. Гидрогенотрофные и ацетотрофные организмы. Анаэробное окисление летучих жирных кислот. Межвидовой перенос водорода и катаболическая синтрофия. Газотрофы. Автохтоны. Развитие сообщества от колонизации до климакса. Сукцессия. Конкуренция за субстрат и правило конкурентного вытеснения. Конкуренция между группами в сообществе. Физическая организация сообществ в пространстве. Цианобактериальное сообщество как прототип взаимодействий в сообществе. Метаногенное сообщество. Сульфидогенное сообщество. Аноксигенное фототрофное сообщество. Аэробное сообщество.

### **3. Экофизиология микроорганизмов**

Физико-химические факторы, характеризующие среду обитания микроорганизмов. Зоны оптимума, лимитирования, ингибирования. Пределы толерантности. Определения эври- и стенобионтов. Классификация стенобионтов. Ксенобиотики. Отношение микроорганизмов к температуре: психрофиллы, мезофиллы, психротрофы, особенности их метаболизма. Отношение микроорганизмов к кислотности среды: нейтрофилы, ацидофилы, алкалофилы. Отношение микроорганизмов к активности воды и солёности: пресноводные, галотолерантные, морские, умеренные галлофилы, экстремальные галофилы. Отношение микроорганизмов к кислороду и редокс-потенциалу: аэробы (микроаэрофилы, облигатные аэробы, факультативные аэробы), анаэробы (облигатные,

аэротолерантные). Отношение микроорганизмов к свету, концентрации питательных веществ. Местоположение микроорганизмов. Дифференциация и переживание неблагоприятных условий. Экологические ниши микроорганизмов.

#### **4. Экология водных и почвенных микроорганизмов. Участие микроорганизмов в поддержании газового состава атмосферы. Роль микроорганизмов в глобальных циклах элементов.**

Характеристика водоемов как среды обитания микроорганизмов. Классификация водоемов. Физико-химические свойства водной массы. Стратификация водоемов. Основные экологические типы микроорганизмов. Аллохтонные и автохтонные микроорганизмы. Продуценты (микроводоросли, цианобактерии, фототрофные, хемоавтотрофные бактерии), деструкторы (бактерии и грибы), консументы (протозоа). Распределение микроорганизмов и характер микробиологических процессов в водных экосистемах (озерах). Микроорганизмы аэробной зоны. Поверхностная пленка воды – первая экологическая ниша аэробной зоны. Экологические ниши фотосинтеза и деструкции органического вещества. Экологические ниши хемолитоавтотрофных и гетеротрофных бактерий. Микроорганизмы микроаэрофильной зоны. Микроорганизмы анаэробной зоны и иловых отложений. Биологическое загрязнение водоемов. Самоочищение водоемов. Зоны сапробности. Почва как среда обитания микроорганизмов. Почва как трехфазная система. Твердая фаза почвы. Адгезия и развитие микроорганизмов на поверхности почвенных частиц. Жидкая фаза почвы. Газовая фаза почвы. Автохтонная и зимогенная микрофлора. Концепция строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов. Почва как множество сред обитания микроорганизмов. Принцип микрizonaльности. Микробный пул. Пул метаболитов. Принцип дублирования физиолого-биохимических процессов в почве. Функциональная роль почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в деструкции минералов почвообразующей породы и новообразовании минералов, в разложении растительного опада, образовании и разложении гумуса. Роль микроорганизмов в формировании газового состава атмосферы. Источники, стоки, резервуары газов атмосферы. Создание кислородной атмосферы в результате дисбаланса между продукцией и деструкцией органического вещества. Бактерии как важнейший фактор поддержания микрокомпонентного состава атмосферы. Дыхание почвы и продукция  $\text{CO}_2$ . Газогенерирующие анаэробные сообщества. Окислительный бактериальный фильтр. Парниковый эффект и микроорганизмы. Сопряжение биогеохимических циклов. Водные и наземные среды: энергетический поток, круговорот элементов (углерода, азота, фосфора, серы и др.). Сопряжение биогеохимических циклов. Основные функциональные группировки организмов цикла органического углерода. Основные группы микроорганизмов цикла азота: азотфиксаторы, аммонификаторы, нитрификаторы, нитратредукторы, денитрификаторы. Основные группы микроорганизмов цикла серы: сульфатредукторы, сероредукторы, серобактерии, тионовые бактерии, аноксигенные серные фотосинтезирующие бактерии. Участие микроорганизмов в круговороте фосфора. Основные группы микроорганизмов цикла железа: аэробные железобактерии, железоредукторы, магнетитобразующие бактерии, магнитотаксические бактерии. Геохимическая деятельность микроорганизмов.

#### **5. Взаимодействия микроорганизмов с макроорганизмами.**

Прокариоты и протисты. Эндосимбионты и эпибионты. Симбиозы метаногенных бактерий и морских анаэробных простейших. Гидрогеносомы. Симбиотрофное питание. Симбиозы прокариот и морских беспозвоночных животных. Трофосомы. Симбионты насекомых (внеклеточные и внутриклеточные). Мицетомы. Насекомые – переносчики возбудителей инфекционных болезней животных и растений. Симбиозы микроорганизмов с растительными животными. Микробные сообщества рубца жвачных. Нормальная микрофлора человека, ее функции и значение. Микробно-растительные взаимодействия. Альго-бактериальные взаимодействия. Микроорганизмы ризосферы и ризопланы,

филлосферы и филлопланы. Симбиотические взаимоотношения микроорганизмов и растений. Микроорганизмы как контролирующие агенты в макросистемах. Фитопатогенные микроорганизмы. Энтомопатогенные микроорганизмы. Патогенные для человека микроорганизмы. Стратегии паразитизма. Патогенность и вирулентность. LD<sub>50</sub>, DLM. Факторы патогенности.

### **5. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины**

При реализации учебной дисциплины используются следующие формы обучения:

- 1) *традиционные*: лекции, семинары, практические занятия.
- 2) *современные интерактивные технологии*: создание проблемных ситуаций, ролевые, деловые игры, интерактивные лекции, дискуссии.

Курс сохраняет системное теоретическое изложение в рамках лекций, но практические занятия по отдельным темам становятся проблемно-ориентированными.

При реализации лекционных занятий используются различные формы визуализации наглядного материала (мультимедийные презентации, таблицы). Занятия лекционного типа по данной дисциплине составляют 41 % аудиторных занятий.

На практических занятиях используется метод учебной дискуссии, разбор проблемных ситуаций, докладов и беседы, что развивает коммуникативные способности. Практические занятия организованы в форме ответов на поставленные вопросы или докладов студентов. Доклады завершаются дискуссией по основным вопросам, затронутым в устных сообщениях. Каждый раздел дисциплины сопровождается практическими работами, где рассматриваются все необходимые характеристики изучаемых объектов. Практические занятия включают элементы компьютерных симуляций, разбор конкретных микробиологических, санитарных, эпидемиологических ситуаций, встречи с представителями крупнейших научно-исследовательских институтов г. Саратова (РОС НИПЧИ «Микроб», УРАН Институт биохимии, физиологии растений и микроорганизмов), представителями коммерческих организаций, работающих в смежных областях (ЗАО «Биоамид», ЗАО «Нита-Фарм»). Практические занятия проводятся с использованием компьютерной техники – показом презентаций и фильмов. Удельный вес интерактивных форм обучения составляет более 60% аудиторных занятий.

Освоение курса основано на системе текущего и итогового контроля знаний. Текущий контроль знаний организован в виде опросов, устных докладов, рефератов и контрольных работ.

Самостоятельная работа необходима в процессе изучения курса, она должна проводиться по графику под руководством преподавателя. Самостоятельная работа студентов при изучении дисциплины включает: проработку конспекта лекций; подготовку к практическим работам; написание реферата по предложенным темам; изучение материалов, выделенных для самостоятельной проработки; выполнение домашнего задания; проработку лекционных материалов по учебникам. В процессе самоподготовки следует ориентироваться на содержание разделов курса. Курс завершается экзаменом.

### **Особенности организации образовательного процесса**

#### **для лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидностью**

- использование индивидуальных графиков обучения и сдачи экзаменационных сессий;
- организация коллективных занятий в студенческих группах с целью оказания помощи в получении информации инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья;
- проведение индивидуальных коррекционных консультаций для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья;
- для лиц с ограничениями по слуху для облегчения усвоения материала предусматривается максимально возможная визуализация лекционного курса, в том

- числе широкое использование иллюстративного материала, мультимедийной техники, дублирование основных понятий и положений на слайдах;
- для лиц с ограничениями по зрению предусматривается использование крупномасштабных наглядных пособий.

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

Реализация данной учебной дисциплины предусматривает следующие формы организации самостоятельной работы студентов:

1) внеаудиторная самостоятельная работа (подготовка к семинарским занятиям и тестированию, рефератов, составление словарей используемых терминов, списка персоналий с указанием наиболее важных открытий названных ученых, составление таблиц и схем биологических процессов);

2) аудиторная самостоятельная работа, которая осуществляется под непосредственным руководством преподавателя;

3) творческая работа.

Цель самостоятельной работы студентов – научить студента осмысленно и самостоятельно работать сначала с учебным материалом, затем с научной информацией, заложить основы самоорганизации и самовоспитания с тем, чтобы привить умение в дальнейшем непрерывно повышать свою квалификацию.

Внеаудиторная самостоятельная работа студентов по дисциплине заключается в следующем:

1) подготовка к занятиям, изучение литературы (список рекомендуемой литературы приведен в разделе 8 данной рабочей программы);

2) подготовка к текущей аттестации

3) подготовка к промежуточной аттестации

4) подготовка и написание рефератов (студенту предоставляется право свободного выбора темы);

5) подготовка устных и письменных ответов.

Творческая самостоятельная работа – выполнение индивидуальных заданий, направленных на развитие у студентов самостоятельности и инициативы. Она включает подготовку рефератов, эссе, решение задач. Аудиторная самостоятельная работа реализуется при проведении практических занятий и во время чтения лекций.

Текущий контроль проводится в ходе проверки и оценки выполнения заданий для самостоятельной работы.

Промежуточная аттестация (экзамен) проводится в форме устного опроса студентов по билетам.

Самостоятельная работа студентов подкреплена учебно-методическим и информационным обеспечением, включающим учебники, учебно-методические пособия, конспекты лекций, Интернет-ресурсы.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья (слабослышащих и др.) текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация может проводиться в письменной форме.

### **Вопросы для текущего контроля**

#### **1. Основные понятия и методы экологии микроорганизмов.**

1. Экология микроорганизмов: цели, задачи, предмет.
2. Молекулярные методы экологии микроорганизмов.
3. Значение знаний по микробной экологии для разработки мероприятий по рациональному использованию и охране природных ресурсов.



4. Понятие об экологических факторах. Классификация экологических факторов по разным признакам.
5. Биотические и абиотические факторы.
6. Естественные и антропогенные факторы.
7. Условия обитания и ресурсы.
8. Классификация факторов по характеру их временной динамики: постоянные, периодические и аperiodические.
9. Понятие об абиотических факторах и экологической физиологии.
10. Понятие экологической ниши. Современная концепция экологической ниши.
11. Популяция. Характеристики популяции (численность и плотность). Взаимодействие популяций.
12. Сообщества. Характеристики сообществ (видовой состав, видовое богатство, видовое разнообразие).
13. Трофические связи: продуценты и консументы. Редуценты.
14. Экосистемы. Сукцессии.

## **2. Сообщества микроорганизмов. Различные типы взаимоотношений между микроорганизмами.**

1. Кооперативные трофические взаимоотношения в микробном сообществе.
2. Экофизиологические группы в сообществе: первичные продуценты, деструкторы и их специализация по субстратам. Копиотрофы (зимогены), гидролитики, диссиптрофы, первичные анаэробы, вторичные анаэробы.
3. Гидрогенотрофные и ацетотрофные организмы. Анаэробное окисление летучих жирных кислот. Межвидовой перенос водорода и катаболическая синтрофия.
4. Конкурентные отношения в микробном сообществе.
5. Антибиоз и продукция физиологически активных веществ. Авторегуляция микробных сообществ.
6. Физическая организация сообществ в пространстве.
7. Циано-бактериальное сообщество как прототип взаимодействия в сообществе.
8. Биопленки. Хлопья.
9. Метаногенное сообщество.
10. Сульфидогенное сообщество.
11. Аноксигенное фототрофное сообщество.
12. Бактериальный окислительный фильтр и газотрофы.
13. Аэробное сообщество.

## **3. Экофизиология микроорганизмов**

1. Механизмы взаимодействия прокариот с молекулярным кислородом. Токсические эффекты молекулярного кислорода и его производных. Защитные механизмы клеток прокариот.
2. Влияние высоких и низких температур на жизнедеятельность микроорганизмов. Психрофилы, мезофилы, термофилы, гипертермофилы. Механизмы психро- и термофилии.
3. Влияние pH среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Нейтрофилы, ацидофилы, алкалофилы. Механизмы pH-гомеостаза.
4. Водная активность среды. Галофилы. Осмофилы. Механизмы осморегуляции и осмопротекторные вещества. Ксерофилия.
5. Влияние излучений на микроорганизмы. Фотосинтетически активная радиация для разных групп фототрофов. УФ-излучение, ионизирующее излучение. Механизмы радиоустойчивости.

6. Влияние земного тяготения, магнитных полей, гидростатического давления на жизнедеятельность микроорганизмов.
7. Соединения и ионы, токсичные для микроорганизмов. Адаптивные реакции микроорганизмов на стрессовые воздействия.
8. Экстремофильные микроорганизмы.

#### **4. Экология водных и почвенных микроорганизмов. Участие микроорганизмов в поддержании газового состава атмосферы. Роль микроорганизмов в глобальных циклах элементов.**

1. Характеристика водоемов как среды обитания микроорганизмов. Классификация водоемов. Физико-химические свойства водной массы. Стратификация водоемов.
2. Микроорганизмы аэробной зоны. Микроорганизмы микроаэрофильной зоны. Микроорганизмы анаэробной зоны. Микроорганизмы донных отложений.
3. Специфика почвы как среды обитания микроорганизмов. Почва как трехфазная система. Твердая фаза почвы. Адгезия и развитие микроорганизмов на поверхности почвенных частиц. Жидкая фаза почвы. Газовая фаза почвы.
4. Дыхание почвы и ее зависимость от гидротермических условий. Эмиссия газов почвой как показатель баланса между продукцией и окислением газов.
5. Концепция строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов.
6. Функциональная роль почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в процессах почвообразования. Самоочищение почвы.
7. Роль микроорганизмов в формировании газового состава атмосферы. Бактерии как важнейший фактор поддержания микрокомпонентного состава атмосферы.
8. Дыхание почвы и продукция  $\text{CO}_2$ . Газогенерирующие анаэробные сообщества. Окислительный бактериальный фильтр.
9. Основные функциональные группировки организмов цикла органического углерода.
10. Основные группы микроорганизмов цикла азота: азотфиксаторы, аммонификаторы, нитрификаторы, нитратредукторы, денитрификаторы.
11. Основные группы микроорганизмов цикла серы: сульфатредукторы, сероредукторы, серобактерии, тионовые бактерии, аноксигенные серные фотосинтезирующие бактерии.
12. Основные группы микроорганизмов цикла железа: аэробные железобактерии, железоредукторы, магнетитобразующие бактерии, магнитотаксические бактерии.
13. Участие микроорганизмов в круговороте фосфора.

#### **5. Взаимодействия микроорганизмов с макроорганизмами**

1. Взаимодействия микроорганизмов с представителями других групп живого мира. Прокариоты и протисты.
2. Симбиотрофное питание и симбионтный тип питания. Симбиозы прокариот и морских беспозвоночных животных. Симбионты насекомых. Энтомопатогенные микроорганизмы.
3. Симбиозы микроорганизмов с растительноядными животными. Микробные сообщества рубца жвачных.
4. Нормальная микрофлора человека, ее функции и значение. Патогенные для человека микроорганизмы. Стратегии паразитизма. Патогенность и вирулентность.  $\text{LD}_{50}$ , DLM. Факторы патогенности.

5. Микробно-растительные взаимодействия. Микроорганизмы ризосферы и ризопланы, филлосферы и филлопланы. Симбиотические взаимоотношения микроорганизмов и растений. Фитопатогенные микроорганизмы.

### **Темы рефератов**

1. Роль микроорганизмов в круговороте биогенных элементов.
2. Экофизиологические группы микроорганизмов.
3. Лимитирование роста и развития микроорганизмов экологическими факторами.
4. Термофильные бактерии, их распространение. Природа термоустойчивости бактерий.
5. Микрофлора воздуха.
6. Зональность распределения микроорганизмов в водоемах.
7. Общая характеристика микрофлоры аэробной и анаэробной зон водоемов.
8. Микрофлора сточных вод, их биологическая очистка.
9. Доминирующая бактериальная флора почвы.
10. Эпифитная микрофлора, ее состав и роль.
11. Микориза, ее значение.
12. Экология и физиология микроорганизмов нефтяных месторождений.
13. Биологическая обработка органических отходов.
14. Понятие и определение аутэкологии.
15. Абиотические факторы и экологическая физиология.
16. Определение популяции в экологии, микробной экологии и генетике. Статистические и динамические характеристики микробной популяции.
17. Проблема динамики численности микробной популяции. Факторы, регулирующие динамику популяций.
18. Сообщества (синэкология) и их структура.
19. Микробное сообщество. Трофическая структура микробного сообщества.
20. Продуктивность и продукция популяций.
21. Динамика экосистем: суточная, сезонная, годовая, вековая.
22. Понятие о биосфере. Представления В.И. Вернадского о живом веществе и его биогеохимической роли. Биогеохимические функции разных групп микроорганизмов.
23. Биосферные циклы азота и фосфора. Роль микроорганизмов и беспозвоночных животных в трансформации этих элементов в биосфере.
24. Энергетический баланс биосферы. Тепло- и массообмен в океане и атмосфере. Изменения в энергетическом балансе биосферы, связанные с хозяйственной деятельностью человека.
25. Экология водных и почвенных микроорганизмов. Экстремофильные микроорганизмы.
26. Микробные процессы в биотехнологии окружающей среды.

### **Контрольная работа**

1. Прокариоты играют ведущую роль в трансформации биогенных элементов

1. C, Fe, N, S, Al

2. N, S, Ni, Fe

3. H, N, P, S, C

4. Ne, S, O, Sn

5. S, O, Br, P

2. Основным биогенным элементом является

1. углерод

2. азот

3. фтор

4. цинк

5. сера
3. При образовании органического вещества углерод
  1. восстанавливается
  2. минерализуется
4. В результате дыхания в атмосферу выделяется  $\text{CO}_2$ 
  1. 10%
  2. 30%
  3. 80%
  4. 90%
5. В результате деятельности микроорганизмов в атмосфере поддерживается концентрация углекислого газа, равная
  1. 0,1%
  2. 0,2%
  3. 0,3%
  4. 0,4%
  5. 0,5%
6. К хорошо растворимым углеродсодержащим веществам относятся
  1. органические кислоты
  2. гемицеллюлозы
  3. крахмал
7. К нерастворимым углеродсодержащим веществам относятся
  1. органические кислоты
  2. гемицеллюлозы
  3. крахмал
8. К нерастворимым углеродсодержащим веществам относятся
  1. спирты
  2. гемицеллюлозы
  3. пектин
9. Ведущая роль в процессах разложения безазотистых органических соединений листовного опада принадлежит
  1. простейшим
  2. червям
  3. моллюскам
  4. микроорганизмам
10. Условия разложения углеродсодержащих веществ до  $\text{H}_2\text{O}$  и  $\text{CO}_2$ 
  1. аэробные
  2. анаэробные
11. В аэробных условиях в разложении целлюлозы ведущая роль принадлежит грибам из рода
  1. *Pseudomonas*
  2. *Cytophaga*
  3. *Trichoderma*
12. В анаэробных условиях в разложении целлюлозы ведущая роль принадлежит микроорганизмам из рода
  1. *Pseudomonas*
  2. *Clostridium*
  3. *Ruminococcus*
13. Мономером лигнина является
  1. глюконовая кислота
  2. арабиноза
  3. кониферилловый спирт
  4. галактуоновая кислота

14. Мономером целлюлозы является
  1. глюкоза
  2. арабиноза
  3. кониферилловый спирт
  4. галактурановая кислота
15. Более устойчивы к разложению углеводороды
  1. алифатические с короткими цепочками
  2. алифатические с длинными цепочками
  3. циклические
16. Аммонифицирующие бактерии
  1. окисляют соединения азота
  2. восстанавливают соединения азота
  3. разрушают азотсодержащие органические вещества
  4. фиксируют молекулярный азот
17. Денитрифицирующие бактерии
  1. окисляют соединения азота
  2. восстанавливают соединения азота
  3. разрушают азотсодержащие органические вещества
  4. фиксируют молекулярный азот
18. К симбиотическим азотфиксаторам относятся
  1. *Rhizobium*
  2. *Azotobacter*
  3. *Beijerinckia*
19. К симбиотическим азотфиксаторам относятся
  1. *Alnus*
  2. *Clostridium*
  3. *Azotomonas*
20. Дезаминирование мочевины осуществляют
  1. клостридии
  2. уробактерии
  3. псевдомонады
21. Процесс денитрификации
  1. аэробный
  2. анаэробный
22. Процесс азотфиксации
  1. аэробный
  2. анаэробный
23. В древесине лиственных пород деревьев лигнин составляет
  1. 10 - 12%
  2. 20 - 30%
  3. 50 - 60%
24. В деструкции лигнина ведущую роль играет фермент
  1. целлюлаза
  2. ксиланаза
  3. полифенолоксидаза
25. Микроорганизмы, осуществляющие 2 фазу нитрификации относятся к роду
  1. *Nitrobacter*
  2. *Azotobacter*
  3. *Nitrosomonas*
  4. *Pseudomonas*
26. Микроорганизмы, осуществляющие азотфиксацию относятся к роду
  1. *Nitrobacter*

2. Azotobacter
3. Nitrosomonas
4. Pseudomonas
27. Денитрификация, в процессе которой нитраты служат акцепторами электронов в реакциях катаболизма, называется
  1. ассимиляционной
  2. диссимиляционной
  3. косвенной
28. Ферменты денитрификации называются
  1. нитратредуктазы
  2. нитрогеназы
29. Тип питания цианобактерий
  1. хемоорганотрофный
  2. хемолитотрофный
  3. фотолитотрофный
30. Наиболее распространены фосфорсодержащие органические соединения
  1. нуклеиновые кислоты
  2. фитин
  3. липиды
31. Содержание нуклеиновых кислот в фосфорорганических соединениях почвы составляет
  1. 10 %
  2. 40%
  3. 80%
32. Из органических соединений фосфора легче всего минерализуются
  1. нуклеиновые кислоты
  2. фитин и его производные
  3. лецитин
33. В процессе дыхания серу окисляют серные бактерии
  1. бесцветные нитчатые
  2. пурпурные
  3. зеленые
34. В процессе фоторедукции серу окисляют
  1. Chlorobium
  2. Thiobacillus
  3. Beggiatoa
35. Десульфификацию осуществляют бактерии рода
  1. Chlorobium
  2. Thiobacillus
  3. Desulfomonas
36. В круговороте железа принимают участие бактерии рода
  1. Beggiatoa
  2. Hyphomicrobium
  3. Proteus
37. Микоплазменным микроорганизмом, накапливающим  $Fe^{3+}$  является
  1. Leptotrix
  2. Pseudomonas
  3. Gallionella
38. При щелочной и нейтральной реакции рН  $Fe^{2+}$  окисляется до  $Fe^{3+}$ 
  1. ацидофильными железобактериями
  2. кислородом воздуха
39. Восстановление соединений железа происходит в условиях

1. аэробных
2. анаэробных
40. В процессах восстановления железа принимают участие
  1. Leptotrix
  2. Pseudomonas
  3. Gallionella
 Дописать недостающее слово
41. Окисление сероводорода, молекулярной серы называется \_\_\_\_\_.
42. Процесс восстановления сульфатов и сульфитов до сероводородов называется \_\_\_\_\_.
43. Микроорганизмы, способные откладывать оксиды железа на поверхности клеток, называются \_\_\_\_\_.
44. Восстановление железа ведут гетеротрофные микроорганизмы в процессах \_\_\_\_\_.
45. Белок, переносящий кислород к бактериоидам и придающий розовую окраску клубенькам, называется \_\_\_\_\_.
46. Процесс минерализации мочевой кислоты, цианамиды, идущий с отщеплением аминогруппы, называется \_\_\_\_\_.
47. Процесс восстановления нитратов и нитритов бактериями до свободного азота называется \_\_\_\_\_.
48. Включение атмосферного азота в состав органических веществ с помощью микроорганизмов называется \_\_\_\_\_.
- Расположить в нужной последовательности
49. Процессы, происходящие при минерализации лецитина
  1. лецитин
  2. образование фосфатов кальция, железа, магния
  3. глицерофосфорные эфиры
  4.  $H_3PO_4$
50. Процессы превращения азота в природе
  1. минерализация
  2. азотфиксация
  3. денитрификация
  4. нитрификация

### Вопросы для промежуточной аттестации

1. Распространение микроорганизмов и природные места их обитания.
2. Понятие об экосистемах (биогеоценозах).
3. Динамика экосистем: суточная, сезонная, годовая, вековая. Изменчивость и устойчивость экосистем.
4. Учение об экологических сукцессиях. Их классификация.
5. Экологические ниши. Экологическая ниша как область в пространстве экологических факторов.
6. Определение популяции в экологии, микробной экологии и генетике. Понятие особи как элемента микробной популяции. Статистические и динамические характеристики микробной популяции.
7. Продуктивность и продукция популяций.
8. Экспоненциальная модель роста микроорганизмов.
9. Проблема динамики численности микробной популяции. Факторы, регулирующие динамику популяций.
10. Взаимодействие микробных популяций. Основные типы межпопуляционных взаимодействий и их разновидности.

11. Сообщества (синэкология) и их структура.
12. Микробное сообщество. Трофическая структура микробного сообщества. Функциональное разнообразие микробного сообщества.
13. Методы исследования экологии микроорганизмов.
14. Взаимодействие микробных популяций в сообществах: нейтрализм, метабиоз, мутуализм, комменсализм, амменсализм, паразитизм, хищничество, антагонизм.
15. Понятие и определение аутэкологии.
16. Экологические факторы. Их классификация.
17. Абиотические факторы и экологическая физиология.
18. Влияние факторов внешней среды на развитие микроорганизмов (температура, рН среды, влажность, молекулярный кислород, гидростатическое давление, излучения, магнитные поля и др.).
19. Лимитирование роста и развития микроорганизмов экологическими факторами.
20. Природные места обитания психрофильных и психроактивных бактерий. Механизмы адаптации бактерий к температуре окружающей среды.
21. Термофильные бактерии, их распространение. Природа термоустойчивости бактерий.
22. Галофильные микроорганизмы, распространение, способы осморегуляции.
23. Микрофлора воздуха.
24. Водные среды обитания микроорганизмов.
25. Зональность распределения микроорганизмов в водоемах.
26. Принципы классификации озер по трофии.
27. Общая характеристика микрофлоры аэробной и анаэробной зон водоемов.
28. Распространение фототрофных бактерий, их биология.
29. Микрофлора сточных вод, их биологическая очистка.
30. Микрофлора почвы. Основные группы микроорганизмов почвенного комплекса, их функции.
31. Доминирующая бактериальная флора почвы. Аэробные и анаэробные микроорганизмы, их деятельность в почве.
32. Азотфиксация и проблема плодородия почвы. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы.
33. Выживаемость патогенных микроорганизмов в почве.
34. Экология и физиология микроорганизмов нефтяных месторождений.
35. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов.
36. Биологическая обработка органических отходов.
37. Круговорот воды, азота и минеральных элементов в экосистемах.
38. Роль микроорганизмов в круговороте биогенных элементов.
39. Биосферный цикл углерода.
40. Биосферные циклы азота и фосфора. Роль микроорганизмов и беспозвоночных животных в трансформации этих элементов в биосфере.
41. Биосферные циклы кислорода и воды. Соотношение биотических и абиотических источников свободного кислорода в атмосфере Земли.
42. Энергетический баланс биосферы. Тепло- и массообмен в океане и атмосфере. Изменения в энергетическом балансе биосферы, связанные с хозяйственной деятельностью человека.
43. Экофизиология микроорганизмов. Роль микроорганизмов в глобальных циклах элементов.
44. Экология водных и почвенных микроорганизмов. Экстремофильные микроорганизмы.
45. Понятие экологической стратегии. Теория основных типов экологических стратегий.



46. Микробные процессы в биотехнологии окружающей среды. Биоразрушения (биодegradация) и биоремедиация.
47. Микробиоценозы семян растений.
48. Микробиоценозы ризосферы растений.
49. Микробиоценозы филлосферы и филлопланы.
50. Роль микроорганизмов в жизни растений.
51. Мутуалистические взаимоотношения между растениями и микроорганизмами.
52. Паразитизм микроорганизмов на растениях, фитопатогенные микроорганизмы.
53. Симбиозы прокариот и протистов.
54. Роль микроорганизмов в жизнедеятельности многоклеточных организмов.
55. Симбиозы прокариот с растительными насекомыми..
56. Симбиозы прокариот со жвачными животными.
57. Симбиозы прокариот и морских животных.
58. Экология микроорганизмов человека.

## 7. Данные для учета успеваемости студентов в БАРС

Таблица 1. Таблица максимальных баллов по видам учебной деятельности.

Семестр	Лекции	Лабораторные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Автоматизированное тестирование	Другие виды учебной деятельности	Промежуточная аттестация	Итого
4	10	20	0	20	0	30	20	<b>100</b>

### Программа оценивания учебной деятельности студента

4 семестр

#### Лекции

Посещаемость, активность, умение применять ранее полученные знания, умение видеть межпредметные связи - *от 0 до 10 баллов.*

#### Лабораторные занятия

Посещаемость, самостоятельность при выполнении заданий, участие в дискуссиях, активность в устном опросе на занятиях - *от 0 до 20 баллов.*

**Практические занятия** – не предусмотрено

#### Самостоятельная работа

Подготовка рефератов: правильное структурирование, раскрытие темы, подбор современной литературы по освещаемому вопросу, умение обобщать и анализировать представленный материал – *от 0 до 20 баллов*

**Автоматизированное тестирование** – не предусмотрено

#### Другие виды учебной деятельности

Контрольная работа: правильность выполнения тестовых заданий - *от 0 до 30 баллов.*

**Промежуточная аттестация (зачёт)** – *от 0 до 20 баллов*

Промежуточная аттестация в бсеместре проводится в устной форме.

**16-20 баллов** – ответ на «отлично»

**11-15 баллов** – ответ на «хорошо»

**6-10 баллов** – ответ на «удовлетворительно»

**0-5 баллов** – неудовлетворительный ответ.

Таким образом, максимально возможная сумма баллов за все виды учебной деятельности студента за 4 семестр по дисциплине «Экология микробных сообществ» составляет **100** баллов.

Таблица 2.1 Таблица пересчета полученной студентом суммы баллов по дисциплине в оценку:

91 – 100 баллов	«отлично»
71 – 90 баллов	«хорошо»
51 – 70 баллов	«удовлетворительно»
0 - 50 баллов	«неудовлетворительно»

### 8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

а) литература:

1. Основы экологии микроорганизмов: Учебное пособие. — Л. А. Коростелёва, А. Г. Кошаев. - СПб.: Издательство «Лань», 2013. — 240 с (ЭБС Лань) ✓
2. Экология растений, животных и микроорганизмов: учебное пособие / М. Ю. Гарицкая. - Оренбург: Оренбургский государственный университет, 2016 г.- 345 с. (ЭБС Лань) ✓
3. Практикум по микробиологии / О. В.Казимирченко, М. Ю. Котлярчук. - Издательство "Лань", 2020. - 124 с (ЭБС Лань) ✓

б) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

средства Microsoft Office:

- Microsoft Office Word - текстовый редактор;
- Microsoft Office Power Point \_ программа подготовки презентаций;
- Microsoft Office Excel 1 - программа работы с таблицами, графиками, описательной статистикой;

Сайты электронных журналов:

1. Журнал общей биологии: <http://elibrary.ru/issues.asp?id:7795&selid:674723>
2. Известия РАН. Серия биологическая: <http://elibrary.ru/issues.asp?id:7823>
3. Успехи современной биологии : <http://elibrary.ru/issues.asp?id:7753>
4. Элементы. Сайт новостей фундаментальной науки: <http://elementv.ru-r/new>
5. Микробиология. [https://www.fbras.ru/napravleniya-nauchnyh\\_issledovaniy/zhurnaly/mikrobiologiya](https://www.fbras.ru/napravleniya-nauchnyh_issledovaniy/zhurnaly/mikrobiologiya)
6. Прикладная биохимия и микробиология. [http://www.fbras.ru/napravleniya-nauchnyh\\_issledovaniy/zhurnaly/prikla](http://www.fbras.ru/napravleniya-nauchnyh_issledovaniy/zhurnaly/prikla)
7. Молекулярная генетика, микробиология и вирусология  
<https://www.mediasphera.ru/journal/molekulyarnaya-genetika-mikrobiologiya-i-virusologiya>

Лицензионное программное обеспечение обновляется по мере необходимости.

### 9. Материально-техническое обеспечение дисциплины.

Для успешного освоения студентами дисциплины необходимо наличие аппаратуры, позволяющей демонстрировать мультимедийные презентации, наличие учебно-методической и научной литературы в ЗНБ СГУ.

Лабораторное оборудование:

Микроскопы, автоклав, сухо-жаровой шкаф, термостаты, центрифуги, дистиллятор, холодильники, аналитические весы, УФ-облучатель, спектрофотометр, ФЭК, вытяжной шкаф, электроплитка.

Лабораторная посуда:

Чашки Петри, пробирки, пипетки, колбы, градуированные стаканы и цилиндры, шпатели.

Питательные среды и химические реактивы.

Компьютеры.

Практическая подготовка проходит на базе учебной лаборатории молекулярной биологии СГУ имени Н.Г. Чернышевского и лабораторий ИБФРМ РАН. Студенты осваивают работу на современном оборудовании, применяемом при генетических и микробиологических исследованиях в научных и практических лабораториях.

Для реализации дисциплины «Методы изучения микроорганизмов различных экофизиологических групп» в Зональной научной библиотеке СГУ имеется в необходимом количестве литература.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология профиль «Общая биология».

Автор:

доцент кафедры микробиологии  
и физиологии растений, к.б.н.



А.М. Петерсон

Программа одобрена на заседании кафедры микробиологии и физиологии растений от 7 сентября 2021 года, протокол № 11.