

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

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«21» мая 2024 г.

**Рабочая программа**  
**«Экология микроорганизмов»**

Направление подготовки  
05.03.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологическая безопасность»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 9 от «15» апреля 2024 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 6 от «29» апреля 2024 года

Ярославль

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями преподавания дисциплины «Экология микроорганизмов» является ознакомление студентов-экологов с миром прокариот, с физиологическими и экологическими особенностями бактерий (экофизиология) и природных микробных сообществ, с различными аспектами взаимодействия микро- и макроорганизмов различных таксономических групп, а также с глобальными геохимическими функциями микроорганизмов.

### 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Экология микроорганизмов» относится к обязательной части Блока 1.

Для освоения данной дисциплины студенты должны владеть теоретическим материалом по почвоведению, неорганической, аналитической и органической химии, по общей и частной экологии и опытом проведения лабораторных и полевых исследований по изучению видового и экосистемного биоразнообразия.

Полученные в курсе «Экология микроорганизмов» знания необходимы для освоения курсов по природопользованию, экологической биотехнологии, экологической безопасности и охране окружающей среды, методам экологических исследований, а также для выполнения научных исследований и продолжения обучения в магистратуре по программам «Экспериментальная биология и биотехнологии» и «Экологический мониторинг».

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

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

Формируемая компетенция (код и формулировка)	Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)	Перечень планируемых результатов обучения
<b>Общепрофессиональные компетенции</b>		
<b>ОПК-1.</b> Способен применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования.	<b>ОПК-1.1.</b> Использует базовые знания в области математики для обработки информации и анализа данных в области экологии и природопользования.	<b>Знать:</b> - основные математические модели роста микробных популяций; - методы расчета микробиологических показателей санитарно-гигиенического мониторинга природной среды – ОМЧ воздуха, воды, почвы. <b>Уметь:</b> - составлять формулы для расчета количественных микробиологических показателей по результатам посевов микробиологических проб на питательные среды; - статистически обрабатывать результаты микробиологических посевов на питательные среды. <b>Владеть:</b> - навыками вычисления микробиологических показателей для обработки информации и анализа данных в области экологии микроорганизмов.

	<p><b>ОПК-1.2.</b> Применяет базовые знания физических законов и анализа физических явлений для решения задач в области экологии и природопользования</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закономерности воздействия физических факторов на рост микроорганизмов.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать и проводить эксперименты по изучению влияния физических факторов на рост и жизнеспособность микроорганизмов.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планирования и проведения экспериментов по изучению влияния физических факторов на рост и жизнеспособность микроорганизмов, анализа полученных результатов.</li> </ul>
	<p><b>ОПК-1.3.</b> Применяет базовые знания химии при проведении химико-аналитических исследований в области экологии и природопользования</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- закономерности взаимодействия химических компонентов при приготовлении питательных сред;</li> <li>- закономерности биохимических превращений источников углерода и энергии в микробной клетке;</li> <li>- стехиометрию микробного роста;</li> <li>- метаболические возможности микроорганизмов в трансформации природной среды;</li> <li>- методы аналитической химии в описании микробного роста.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- контролировать химические параметры в микробных культурах.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применения методов аналитической химии для описания потребления субстрата и образования продуктов метаболизма в микробных культурах; определения химических параметров культуральных сред.</li> </ul>

	<p><b>ОПК-1.4.</b> Использует знания биологии для решения задач в области экологии и природопользования</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- многообразие способов жизни прокариот;</li> <li>- генетические основы биоразнообразия микроорганизмов, их адаптаций к экстремальным факторам среды и экологическому стрессу;</li> <li>- закономерности взаимодействия микроорганизмов друг с другом и другими организмами.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определять биоразнообразие микробценозов по фенотипическим признакам;</li> <li>- определять отношение микроорганизмов к физико-химическим факторам среды;</li> <li>- выделять отдельные метаболические группы и чистые культуры микроорганизмов.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- микробиологических посевов, учета их результатов, формулирования выводов с точки зрения взаимодействия микроорганизмов с природной средой.</li> </ul>
	<p><b>ОПК-1.5.</b> Использует знания фундаментальных разделов наук о Земле для решения задач в области экологии и природопользования</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- свойства почв как среды обитания микроорганизмов;</li> <li>- методы изучения почвенных микроорганизмов;</li> <li>- роль микроорганизмов в почвенных процессах;</li> <li>- геохимические функции микроорганизмов.</li> </ul> <p><b>Уметь;</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять почвенных микроорганизмов на питательных средах;</li> <li>- определять численность отдельных групп почвенных микроорганизмов;</li> <li>- визуализировать воздействие микроорганизмов на минеральные вещества.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выделения аэробов и анаэробов почв;</li> <li>- определения их численности по результатам посева;</li> <li>- проведения эксперимента по воздействию бактерий на минералы.</li> </ul>

<p><b>ОПК-2.</b> Способен использовать теоретические основы экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде в профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-2.1.</b> Применяет знания теории и методологии экологии, геоэкологии, природопользования, охраны природы и наук об окружающей среде в научно-исследовательской и практической деятельности, на основе теоретических знаний предлагает способы и выбирает методы решения задач в сфере экологии и природопользования</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- экологию микробных популяций и сообществ, методы их изучения;</li> <li>- способы использования микроорганизмов для решения задач в сфере экологии и природопользования;</li> <li>- микробиологические показатели качества природной среды.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать микробиологические способы решения задач в сфере экологии и природопользования;</li> <li>- определять микробиологические показатели качества природных сред.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- определения микробиологических показателей качества природных сред;</li> <li>- планирования микробиологического эксперимента в сфере экологии и природопользования.</li> </ul>
	<p><b>ОПК-2.2.</b> Владеет знаниями и подходами наук в области экологии и природопользования для планирования и реализации деятельности по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, охране природы, рациональному использованию природных ресурсов</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы применения микроорганизмов по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать и реализовывать деятельность по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду с использованием микроорганизмов.</li> </ul> <p><b>Владеть навыком:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализа ситуаций по предотвращению негативного воздействия на окружающую среду, охране среды, рациональному использованию природных ресурсов с помощью микроорганизмов.</li> </ul>

<p><b>ОПК-3.</b> Способен применять базовые методы экологических исследований для решения задач профессиональной деятельности</p>	<p><b>ОПК-3.1.</b> Использует основные методы отбора проб компонентов окружающей среды, стандартные измерительно-аналитические приборы и оборудование для анализа проб и загрязняющих веществ</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основные методы отбора микробиологических проб и компонентов окружающей среды при решении задач профессиональной деятельности в области экологии микроорганизмов и микробиологического мониторинга окружающей среды.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- работы на стандартных аналитических приборах и оборудовании для анализа проб при решении задач профессиональной деятельности в области экологии микроорганизмов и микробиологического мониторинга окружающей среды.</li> </ul>
	<p><b>ОПК-3.4.</b> Обработывает и систематизирует результаты полевых и лабораторных наблюдений и измерений для оценки и контроля состояния компонентов окружающей среды с использованием статистических методов</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- обрабатывать и систематизировать результаты лабораторных определений при решении задач по экологии микроорганизмов и микробиологического мониторинга природной среды.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- проведения работ по экологии микроорганизмов и микробиологического мониторинга для оценки и контроля состояния компонентов окружающей среды;</li> <li>- обработки результатов экологических микробиологических исследований с использованием статистических методов.</li> </ul>

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц, 108 акад. часов.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)						Формы текущего контроля успеваемости Форма промежуточной аттестации (по семестрам) Формы ЭО и ДОТ (при наличии)
			Контактная работа					самостоятельная работа	
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания		
1	Основные направления и методы изучения экологии микроорганизмов.	5	4		9	2		6	Фронтальный опрос, Контр. работа №1
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							1	<i>Изучение презентации лекций и текущей информации в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
2	Аутэкология микроорганизмов.	5	6		12	2		6	Фронтальный опрос, Контр. работа № 2 Реферат
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							1	<i>Изучение презентации лекций и текущей информации в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
3	Взаимоотношения прокариот с другими организмами.	5	2		3	1		6	Фронтальный опрос Контр. работа № 3
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							1	<i>Изучение презентации лекций и текущей информации в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
4	Микроорганизмы в природных сообществах.	5	2		3	1		5,5	Контр. работа № 4
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							2	<i>Итоговый тест для самопроверки в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
						2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>Итого за 5 семестр 72 часа</b>		<b>16</b>		<b>27</b>	<b>8</b>	<b>0,5</b>	<b>56,5</b>	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>					3		2	

Примечание: объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «экология микроорганизмов» в LMS Moodle), определяется каждым студентом в зависимости от уровня его подготовки и способов выполнения данного вида работ.

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

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

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий, включая самостоятельную работу студентов, и их трудоемкость (в академических часах)					Место проведения занятий в форме практической подготовки
			Контактная работа					
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	
	Основные направления и методы изучения экологии микроорганизмов.	5			9			Факультет биологии и экологии
	Аутэкология микроорганизмов.	5			12			Факультет биологии и экологии
	Взаимоотношения прокариот с другими организмами.	5			6			Факультет биологии и экологии
	Микроорганизмы в природных сообществах.	5			6			Факультет биологии и экологии
	<b>ИТОГО</b>				27			

##### Содержание разделов дисциплины:

#### 1. Основные направления и методы изучения экологии микроорганизмов.

1.1. Основные понятия дисциплины. Терминология.

1.2. Популяция прокариот. Чистая культура. Генетическая неоднородность чистой культуры. Диссоциация. Адаптация к использованию нового субстрата. Характеристики микробных популяций. Кворум.

1.3. Ассоциация прокариот. Особенности микробных ассоциаций. Типы взаимоотношений прокариот в ассоциации. Примеры.

1.4. Микробный ценоз. Особенности микробных ценозов. Примеры. Структура микробного ценоза: групповой и видовой состав микроорганизмов, микробный пейзаж, совокупность связей и зависимостей между организмами.

1.5. Экосистема. Роль прокариот в экосистемах: продуценты, консументы, редуценты. Примеры.

1.6. Методы экологии микроорганизмов. Методы изучения микроорганизмов в их естественной среде обитания (прямые методы). Методы изучения чистых культур. Методы изучения интенсивности микробиологических процессов в природе. Молекулярные методы экологии микроорганизмов.

1.7. Экологический мониторинг. Биоиндикация. Качественные и количественные микробные показатели качества природной среды.

#### 2. Аутэкология микроорганизмов.

2.1. Некоторые понятия аутэкологии микроорганизмов (резистентность, адаптация преадаптация, специализация, гомеостаз).

2.2. Проблема рассмотрения действия экологических факторов на микроорганизмы.

2.3. Питательные вещества. Пищевые потребности прокариот. Поступление питательных веществ в клетки прокариот (пассивная диффузия, облегченная диффузия, активный транспорт). Типы

питания прокариот. Особенности питания микроорганизмов в природе. Олиготрофы. Коопитрофы. Примеры. Механизмы устойчивости к голоданию у прокариот.

2.4. Влияние температуры на микроорганизмы. Экологические группы прокариот по отношению к температуре: психрофилы, мезофилы и термофилы. Примеры. Особенности строения психрофилов и термофилов.

2.5. Активность воды и микроорганизмы. Водный потенциал.

2.6. Влияние рН среды на микроорганизмы. Экологические группы прокариот по отношению к рН среды: ацидофилы, нейтрофилы, алкалофилы. Примеры. Механизмы адаптации прокариот в кислой и щелочной среде.

2.7. Окислительно-восстановительные условия и отношение микроорганизмов к  $O_2$ . Экологические группы прокариот по отношению к концентрации кислорода в среде. Примеры. Механизмы защиты от токсичного действия продуктов восстановления кислорода.

2.8. Осмотическое давление и микроорганизмы. Экологические группы прокариот по отношению к солености среды: негалофильные, морские, галофильные, экстремально галофильные прокариоты. Примеры. Механизмы и стратегии осмоадаптации прокариот.

2.9. Гидростатическое давление и микроорганизмы. Экологические группы прокариот по отношению к гидростатическому давлению: барочувствительные, баротолерантные, барофильные, облигатно барофильные прокариоты. Примеры.

2.10. Действие антисептиков на микроорганизмы. Бактериостатическое, бактерицидное, бактериолитическое действие антисептиков. Механизмы действия антисептиков различной химической природы на прокариотическую клетку. Фенольный коэффициент. Олигодинамичность антисептиков. Эффект Арндт-Шульца. Механизмы токсичного действия тяжелых металлов. Механизмы адаптации прокариот к высоким концентрациям тяжелых металлов в среде.

2.11. Действие антибиотиков на микроорганизмы. Специфичность действия антибиотиков на микроорганизмы. Механизмы действия антибиотиков на микробную клетку. Механизмы резистентности прокариот к антибиотикам. Виды резистентности.

2.12. Электромагнитное излучение и микроорганизмы. Влияние ионизирующего излучения на прокариоты. Особенности радиорезистентных прокариот. Влияние ближнего и дальнего УФ на прокариоты. Механизмы УФ-резистентности. Влияние излучения области видимого и инфракрасного света на прокариоты.

2.13. Приспособление микроорганизмов к неблагоприятным воздействиям окружающей среды. Репарация повреждений ДНК. Бактериальные регуляторные системы ответа на стресс: система строгого контроля, система SOS-ответа, система адаптивного ответа клетки, синтез белков теплового шока, синтез белков холодового шока, ответ на окислительный стресс. Таксисы бактерий: термотаксис, хемотаксис, азротаксис, фототаксис, магнитотаксис, вискозитаксис. Покоящиеся формы бактерий: эндоспоры, цисты, микроспоры, экзоспоры, акинеты, цистоподобные рефрактерные клетки.

### **3. Взаимоотношения прокариот с другими организмами.**

3.1. Взаимоотношения бактерий с вирусами. Вирулентные и умеренные бактериофаги. Лизогения. Профаг. Конверсия. Использование бактериофагов для определения бактерий.

3.2. Формы взаимоотношений бактерий: конкуренция, синтрофия, антагонизм, паразитизм, хищничество, симбиоз. Стратегии адаптации и стратегии роста прокариот.

3.3. Бактерии и растения. Бактерии филлосферы. Функции эпифитных бактерий. Бактерии ризосферы. Ризосферный эффект. Функции бактерий ризосферы. Симбиотические отношения между растениями и бактериями. Клубеньковые бактерии и бобовые растения. Фитопатогенные бактерии.

3.4. Взаимоотношения бактерий с беспозвоночными животными: с простейшими, губками, погонофорами, членистоногими, моллюсками и др. Рифтовые экосистемы.

3.5. Взаимоотношения бактерий с позвоночными животными. Гнотобиоты. Понятие «нормальная микробиота».

3.6. Микробиота человека: автохтонная и аллохтонная. Особенности нормальной микробиоты организма человека. Роль нормальной микробиоты. Дисбактериоз.

### **4. Микроорганизмы в природных сообществах.**

4.1. Некоторые общие закономерности. Особенности природных микробценозов.

4.2. Микробные ценозы почвы. Почва как среда обитания для прокариот. Основные группы микроорганизмов почвы. Функции почвенных микроорганизмов. Санитарно-показательные бактерии почвы.

- 4.3. Микробные ценозы воды. Вода как среда обитания для прокариот. Санитарное состояние водоемов. Санитарные показатели для питьевой воды.
- 4.4. Микробные ценозы воздуха. Воздух как среда обитания. Особенности микробиоты воздуха. Санитарное состояние воздуха: микробиологические показатели.
- 4.5. Бактерии и биосфера. Геохимические функции микроорганизмов.

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

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

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

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия. Лекции читаются с использованием мультимедийных презентаций. Они предполагают последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов. Учебный курс базируется на сочетании лекционных и лабораторных занятий, а также самостоятельной работы студентов.

**Лабораторное занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков по закреплению полученных на лекции знаний при выполнении заданий практического характера в лабораторных условиях. Лабораторные занятия посвящены освоению рутинных методов работы с микроорганизмами, определению нормированных микробиологических показателей микробиологического мониторинга природной среды. Предусмотрено проведение фронтальных опросов и контрольных работ по темам занятий; использование живых организмов для исследований на лабораторных работах; обсуждение экспериментальных результатов по итогам каждого задания.

**Самостоятельная работа** студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку ответов на контрольные вопросы по темам и заданий для самостоятельной работы. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

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

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

**Электронный учебный курс «Экология микроорганизмов» в LMS  
Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены презентации лекций;
- задания по лабораторным работам;
- задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены правила прохождения промежуточной аттестации по дисциплине;
- представлен список учебной литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в режиме онлайн;
- посредством форума осуществляется синхронное и (или) асинхронное взаимодействие между обучающимися и преподавателем в рамках изучения дисциплины.

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

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

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

В процессе осуществления образовательного процесса по дисциплине используются:

Автоматизированная библиотечно-информационная система «БУКИ-NEXT»  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_find.php)

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

##### **а) основная литература**

1. Пухова Н.Ю. Экология микроорганизмов. - Ярославль: ЯрГУ, 2008. - 54 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20080311.pdf>
2. Экология микроорганизмов: учебник для бакалавров / Под общ. ред. А.И. Нетрусова. - М.: Юрайт, 2017. - 267 с.  
<https://biblio-online.ru/book/C37831F7-AC8A-49A4-B3C7-3B28736BF655/ekologiya-mikroorganizmov>

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

1. Заварзин Г.А. Природоведческая микробиология. - М.: Книжный дом «Университет», 2001. - 256 с.
2. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Под ред. А.И. Нетрусова. - М.: Академия, 2005. - 603 с.

3. Пухова Н.Ю. Экология микроорганизмов: лабораторные занятия. - Ярославль: ЯрГУ, 2008. - 54 с.
4. Пухова Н.Ю. Бактерии в природных сообществах: учебно-методическое пособие. - Ярославль: ЯрГУ, 2016. - 53 с.
5. Шеховцова Н.В. Экология водных микроорганизмов: учебное пособие. - Ярославль: ЯрГУ, 2008. - 132 с.
6. Шеховцова Н.В., Зайцева Ю.В. Культивирование микроорганизмов и клеток. - Ярославль: ЯрГУ, 2019. - 59 с.

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

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

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

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

Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий, хранящиеся на электронных носителях и обеспечивающие тематические иллюстрации, соответствующие рабочим программам дисциплин.

Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Автор:

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



Н.В. Шеховцова

**Приложение № 1 к рабочей программе дисциплины  
«Экология микроорганизмов»**

**Фонд оценочных средств  
для проведения текущего контроля успеваемости  
и промежуточной аттестации студентов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания и иные материалы,  
используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА**

**Тема 1 «Основные направления и методы изучения экологии микроорганизмов»**

1. Популяция прокариот. Характеристики микробных популяций. Кворум.
2. Ассоциация прокариот. Особенности микробных ассоциаций. Типы взаимоотношений прокариот в ассоциации. Примеры.
3. Микробный ценоз. Особенности и структура микробного ценоза.
4. Экосистема. Роль прокариот в экосистемах.
5. Методы экологии микроорганизмов. Методы изучения микроорганизмов в их естественной среде обитания (прямые методы). Методы изучения чистых культур. Методы изучения интенсивности микробиологических процессов в природе. Молекулярные методы экологии микроорганизмов.
6. Экологический мониторинг. Биоиндикация. Качественные и количественные микробные показатели качества природной среды.

**Тема 2 «Аутэкология микроорганизмов»**

1. Пищевые потребности прокариот. Поступление питательных веществ в клетки прокариот. Типы питания прокариот. Олиготрофы. Копиотрофы. Механизмы устойчивости к голоданию у прокариот.
2. Влияние температуры на микроорганизмы. Экологические группы прокариот по отношению к температуре.
3. Активность воды и микроорганизмы. Водный потенциал.
4. Влияние pH среды на микроорганизмы. Экологические группы прокариот по отношению к pH среды. Механизмы адаптации прокариот в кислой и щелочной среде.
5. Окислительно-восстановительные условия и отношение микроорганизмов к O<sub>2</sub>. Экологические группы прокариот по отношению к концентрации кислорода в среде. Механизмы защиты от токсичного действия продуктов восстановления кислорода.
6. Осмотическое давление и микроорганизмы. Экологические группы прокариот по отношению к солености среды. Механизмы и стратегии осмоадаптации прокариот.
7. Гидростатическое давление и микроорганизмы. Экологические группы прокариот по отношению к гидростатическому давлению.
8. Действие антисептиков на микроорганизмы.
9. Действие антибиотиков на микроорганизмы.
10. Электромагнитное излучение и микроорганизмы.
11. Приспособление микроорганизмов к неблагоприятным воздействиям окружающей среды.

**Тема 3 «Взаимоотношения прокариот с другими организмами»**

1. Взаимоотношения бактерий с вирусами
2. Формы взаимоотношений бактерий: конкуренция, синтрофия, антагонизм, паразитизм, хищничество, симбиоз. Стратегии адаптации и стратегии роста прокариот.
3. Бактерии и растения. Бактерии филлосферы и ризосферы.
4. Взаимоотношения бактерий с беспозвоночными животными.
5. Взаимоотношения бактерий с позвоночными животными.
6. Микробиота человека: автохтонная и аллохтонная. Особенности нормальной микробиоты организма человека. Роль нормальной микробиоты.

## ВОПРОСЫ К КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ

### №1

#### по теме «Основные направления и методы изучения экологии микроорганизмов»

1. Прокариоты: особенности строения, грамотрицательные и грамположительные бактерии. Значение бактерий в природе и в жизни человека.
2. Особенности микробных популяций: природная и лабораторная популяции микроорганизмов. Понятие о кворуме.
3. Микробная ассоциация: особенности, характер взаимодействия бактерий в ассоциации.
4. Микробоценоз: особенности и структура. Примеры.
5. Экосистема. Роль микроорганизмов в экосистеме.
6. Методы экологии микроорганизмов.
7. Понятие о микробном мониторинге.

### №2

#### по теме «Аутэкология микроорганизмов»

1. Проблема рассмотрения действия экологических факторов на микроорганизмы.
2. Питательные вещества. Биогены: микро- и макроэлементы. Типы питания. Олиго- и копиотрофы.
3. Способы существования микроорганизмов.
4. Температура и микроорганизмы.
5. Активность воды и микроорганизмы.
6. Влияние pH на микроорганизмы.
7. Окислительно-восстановительные условия среды. Отношение микроорганизмов к кислороду и механизмы защиты от токсичных форм кислорода.
8. Осмотическое давление и микроорганизмы.
9. Действие антисептиков на микроорганизмы.
10. Действие антибиотиков на микроорганизмы. Резистентность микроорганизмов к антибиотикам.
11. Электромагнитное излучение и микроорганизмы.

### №3

#### по теме «Взаимоотношения прокариот с другими организмами»

1. Взаимоотношения бактерий и вирусов.
2. Формы взаимоотношений бактерий.
3. Взаимоотношения бактерий и растений. Клубеньковые бактерии: азотфиксация.
4. Взаимоотношения бактерий с беспозвоночными животными.
5. Взаимоотношения бактерий с позвоночными животными. Понятие о нормальной микрофлоре. Дисбактериоз, его причины. Гнотобиоты.

### №4

#### по теме «Микроорганизмы в природных сообществах»

1. Особенности микробоценозов. Особенности ареалов бактерий.
2. Микробоценозы почвы: особенности, основные группы микроорганизмов, структура микробного ценоза, санитарно-показательные бактерии.
3. Микробоценозы воды: особенности, эвтрификация, зоны сапробности, санитарно-показательные бактерии.
4. Микробоценозы воздуха: особенности, санитарно-показательные бактерии.
5. Геохимические функции микроорганизмов.

### Примерные задания Итогового теста (LMS Moodle)

1. Тип взаимоотношений между кишечной микробиотой и хозяином –
  - 1) комменсализм
  - 2) мутуализм
  - 3) паразитизм
  - 4) синтрофизм

## 5) хищничество

### 2. Найти соответствие между термином и его определением.

Экология –	наука, изучающая взаимоотношение организмов с окружающей средой, друг с другом и другими организмами.
Аутэкология –	раздел науки, изучающий влияние абиотических факторов на организмы.
Демэкология –	раздел науки, рассматривающий в качестве объекта систему надорганизменного уровня – популяцию.

3. Чистая культура бактерий выделена со стекол обрастания, погруженных в смесь пластовых вод (54 °С, рН=5,4, минерализация 79 г/л) и бурового раствора Медягинской скважины (глубина 2100 м). На минеральной среде с глюкозой (М9) и среде LB (МПБ) исследуемая культура способна к росту при температуре 15-58 °С (опт. 43-48 °С) в диапазоне рН 5,11-9,8 (опт. 5,3-8,39). Диапазон ростовых значений концентрации NaCl для данного микроорганизма находится в области 0,5-75 г/л при культивировании на среде М9. Однако при росте на богатой жидкой среде LB максимальная соленость, при которой еще наблюдается рост составляет 150 г/л.

Укажите ее экологическую группу по отношению к температуре \_\_\_\_\_ (факультативный термофил, термотолерантный).

4. При посеве 0,1 мл природной воды глубинным способом в ч. Петри выросло 145 колоний. Определить общее микробное число воды. (1450 КОЕ/мл)

## 1.2 Список вопросов и (или) заданий для проведения промежуточной аттестации

### Список вопросов к экзамену

1. Прокариоты: особенности строения, грамотрицательные и грамположительные бактерии. Значение бактерий в природе и в жизни человека.
2. Особенности микробных популяций: природная и лабораторная популяции микроорганизмов. Понятие о кворуме.
3. Микробная ассоциация: особенности, характер взаимодействия бактерий в ассоциации.
4. Микробоценоз: особенности и структура. Примеры.
5. Экосистема. Роль микроорганизмов в экосистеме.
6. Методы экологии микроорганизмов.
7. Понятие о микробном мониторинге.
8. Проблема рассмотрения действия экологических факторов на микроорганизмы.
9. Питательные вещества. Биогены: микро- и макроэлементы. Типы питания. Олиго- и копитрофы.
10. Способы существования микроорганизмов.
11. Температура и микроорганизмы.
12. Активность воды и микроорганизмы.
13. Влияние рН на микроорганизмы.
14. Окислительно-восстановительные условия среды. Отношение микроорганизмов к кислороду и механизмы защиты от токсичных форм кислорода.
15. Осмотическое давление и микроорганизмы.
16. Действие антисептиков на микроорганизмы.
17. Действие антибиотиков на микроорганизмы. Резистентность микроорганизмов к антибиотикам.
18. Электромагнитное излучение и микроорганизмы.
19. Взаимоотношения бактерий и вирусов.
20. Формы взаимоотношений бактерий.
21. Взаимоотношения бактерий и растений. Клубеньковые бактерии: азотфиксация.
22. Взаимоотношения бактерий с беспозвоночными животными.

23. Взаимоотношения бактерий с позвоночными животными. Понятие о нормальной микрофлоре. Дисбактериоз, его причины. Гнотобиоты.
24. Особенности микробоценозов. Особенности ареалов бактерий.
25. Микробоценозы почвы: особенности, основные группы микроорганизмов, структура микробного ценоза, санитарно-показательные бактерии.
26. Микробоценозы воды: особенности, эвтрификация, зоны сапробности, санитарно-показательные бактерии.
27. Микробоценозы воздуха: особенности, санитарно-показательные бактерии.
28. Геохимические функции микроорганизмов.

#### **Правила выставления оценки за самостоятельную работу:**

- *Отлично* выставляется, если обучающийся имеет глубокие знания учебного материала по теме, показывает усвоение взаимосвязи основных понятий используемых в работе, смог ответить на все уточняющие и дополнительные вопросы, демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме.

- *Хорошо* выставляется, если обучающийся показал знание учебного материала, усвоил основную литературу, смог ответить почти полно на все заданные дополнительные и уточняющие вопросы. Обучающийся демонстрирует знания теоретического и практического материала по теме, допуская незначительные неточности.

- *Удовлетворительно* выставляется, если обучающийся в целом освоил материал, ответил не на все уточняющие и дополнительные вопросы, обучающийся затрудняется с правильным ответом, даёт неполный ответ, требующий наводящих вопросов преподавателя.

- *Неудовлетворительно* выставляется обучающемуся, если он имеет существенные пробелы в знаниях основного учебного материала.

#### **Правила выставления оценки контрольной работы:**

При написании контрольной работы оценка выставляется следующим образом:

количество верных ответов:

55-70% - удовлетворительно (зачет)

71-85% - хорошо (зачет)

86-100% - отлично (зачет)

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

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

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

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

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

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

Результаты теста оцениваются по арифметической шкале:

81-100% - отлично,

61-80% - хорошо

41-60 - удовлетворительно

### **Правила выставления оценки на экзамене:**

В экзаменационный билет включается два теоретических вопроса и один вопрос практического характера. На подготовку к ответу дается не менее 1 часа.

По итогам экзамена выставляется одна из оценок: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно» или «неудовлетворительно».

**Оценка «Отлично»** выставляется студенту, который демонстрирует глубокое и полное владение содержанием материала и понятийным аппаратом квантовой механики; осуществляет межпредметные связи; умеет связывать теорию с практикой. Студент дает развернутые, полные и четкие ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, соблюдает логическую последовательность при изложении материала. Грамотно использует терминологию квантовой механики

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствует указанным выше критериям, но отличается меньшей обстоятельностью, глубиной, обоснованностью и полнотой. В ответе имеют место отдельные неточности (несущественные ошибки), которые исправляются самим студентом после дополнительных и (или) уточняющих вопросов экзаменатора.

**Оценка «Удовлетворительно»** выставляется студенту, который дает недостаточно полные и последовательные ответы на вопросы экзаменационного билета и дополнительные вопросы, но при этом демонстрирует умение выделить существенные и несущественные признаки и установить причинно-следственные связи. Ответы излагаются в терминах квантовой механики, но при этом допускаются ошибки в определении и раскрытии некоторых основных понятий, формулировке положений, которые студент затрудняется исправить самостоятельно. При аргументации ответа студент не обосновывает свои суждения. На часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

**Оценка «Неудовлетворительно»** выставляется студенту, который демонстрирует разрозненные, бессистемные знания; беспорядочно и неуверенно излагает материал; не умеет выделять главное и второстепенное, не умеет соединять теоретические положения с практикой, не устанавливает межпредметные связи; допускает грубые ошибки при определении сущности раскрываемых понятий, явлений, вследствие непонимания их существенных и несущественных признаков и связей; дает неполные ответы, логика и последовательность изложения которых имеют существенные и принципиальные нарушения, в ответах отсутствуют выводы. Дополнительные и уточняющие вопросы экзаменатора не приводят к коррекции ответов студента. На основную часть дополнительных вопросов студент затрудняется дать ответ или дает неверные ответы.

Оценка «Неудовлетворительно» выставляется также студенту, который взял экзаменационный билет, но отвечать отказался.

## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины «Экология микроорганизмов»**

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

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Экология микроорганизмов» являются лекции. По всем темам предусмотрены лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала.

В процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях, лабораторных занятиях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается список вопросов к контрольным работам. В конце пятого семестра по результатам изучения дисциплины студенты сдают экзамен. Экзамен принимается по экзаменационным билетам каждый из которых включает в себя три вопроса: 2 теоретических и 1 практического характера. На самостоятельную подготовку к экзамену выделяется 3 дня, во время подготовки к экзамену предусмотрена групповая консультация.

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

### **Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов по дисциплине**

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу, поименованную в п. 7 настоящей рабочей программы, а также следующие издания:

1. Пухова Н.Ю. Экологическая физиология микроорганизмов: учебное пособие. Ч. 2. Аутэкология микроорганизмов. - Ярославль: ЯрГУ, 2006. - 128 с.
2. Кондакова Г. В. Санитарная микробиология. - Ярославль: ЯрГУ, 2005. - 83 с.
3. Кондакова Г.В. Биоиндикация. Микробиологические показатели. - Ярославль: ЯрГУ, 2007. - 135 с.
4. Шеховцова Н.В. Экология водных микроорганизмов. - Ярославль: ЯрГУ, 2011. - 83 с.
5. Филина Н.Ю., Верховцева Н.В. Экологическая физиология микроорганизмов. Ч. 1. Физиология микроорганизмов: учеб. пособие. - Ярославль: ЯрГУ, 2001. - 92 с.

Для своевременного выполнения всех заданий следует внимательно следить за информацией в ЭУК «Экология микроорганизмов» LMS Moodle ЯрГУ.