

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

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«19» мая 2023 г.

**Рабочая программа**  
**«Экологическая микробиология»**

Направление подготовки  
05.04.06 Экология и природопользование

Направленность (профиль)  
«Экологический мониторинг»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
протокол № 9 от «18» апреля 2023 года

Программа одобрена  
НМК факультета биологии и экологии  
протокол № 8 от «28» апреля 2023 года

Ярославль

### **1. Цели освоения дисциплины**

Целями освоения дисциплины «Экологическая микробиология» являются: формирование у студентов современных представлений о роли микроорганизмов и их комплексов в биогеохимических процессах, протекающих в природных экосистемах: синтезе и деструкции органических и неорганических веществ, их круговоротах на локальном и глобальном уровнях.

### **2. Место дисциплины в структуре образовательной программы**

Дисциплина «Экологическая микробиология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1, дисциплины по выбору.

Для освоения данной дисциплины студенты должны владеть теоретическим материалом по почвоведению, химии, по общей и частной экологии и опытом проведения лабораторных и полевых исследований по изучению видового и экосистемного биоразнообразия, полученными в бакалавриате, а также учебным материалом курса «Биоремедиация».

Полученные в курсе «Экологическая микробиология» знания необходимы для прохождения учебной практики – научно-исследовательская работа (получение первичных навыков научно-исследовательской работы) и производственной практики (научно-исследовательская работа).

### **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:

<b>Формируемая компетенция (код и формулировка)</b>	<b>Индикатор достижения компетенции (код и формулировка)</b>	<b>Перечень планируемых результатов обучения</b>
<b>Профессиональные компетенции</b>		

<p><b>ПК-2.</b> Способен осуществлять экспертно-аналитическую деятельность при организации мониторинга состояния окружающей среды и разработке мероприятий по снижению негативного влияния хозяйственной деятельности.</p>	<p><b>ПК-2.1.</b> Планирует и организует работу коллектива по поиску и анализу документальных, экспериментальных, статистических, геоинформационных и других данных в соответствии с поставленными экспертно-аналитическими задачами.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- место и значение микробиологического мониторинга водных, наземных и подземных экосистем в системе экологического мониторинга;</li> <li>- основные принципы организации мониторинга состояния окружающей среды по микробиологическим показателям;</li> <li>- методы определения снижения негативного воздействия хозяйственной деятельности по микробиологическим показателям.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать и организовывать работу коллектива по поиску и анализу документальных, экспериментальных, статистических, геоинформационных и других данных в соответствии с поставленными экспертно-аналитическими задачами микробиологического мониторинга.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осуществления экспертно-аналитической деятельности при реализации микробиологического мониторинга.</li> </ul>
--	---	--

	<p><b>ПК-2.2.</b>  Устанавливает соответствие хозяйственной деятельности экологическим требованиям, проводит комплексную оценку экологической и биологической безопасности, осуществляет мониторинг наземных и водных экосистем при экспертно-аналитической деятельности.</p>	<p><b>Знать:</b>  - принципы организации и проведения микробиологического мониторинга наземных и водных экосистем при экспертно-аналитической деятельности.</p> <p><b>Уметь:</b>  - подбирать мониторинговые микробиологические показатели в зависимости от вида и задач мониторинга наземной или водной экосистемы;  - устанавливать соответствие хозяйственной деятельности экологическим требованиям на основе результатов микробиологического мониторинга.</p> <p><b>Владеть навыками:</b>  - проведения оценки экологической и биологической безопасности воздействия на водные и наземные экосистемы по микробиологическим показателям;  - осуществления мониторинга наземных или водных экосистем при экспертно-аналитической деятельности.</p>
--	---	--

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетных единиц, 144 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	Введение. Предмет экологической микробиологии	3	2					16	Входной контроль знаний Фронтальный опрос
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							2	<i>Изучение презентации лекций и текущей информации в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
2	Водная микробиология	3	4		8			32	Фронтальный опрос, Реферат Отчет по лабораторным работам
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							6	<i>Изучение презентации лекций и текущей информации в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
3	Почвенная микробиология	3	2		8			32	Фронтальный опрос Реферат Отчет по лабораторным работам
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							4	<i>Изучение презентации лекций и текущей информации в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
4	Геомикробиология	3	2					16	Фронтальный опрос Реферат
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							2	<i>Итоговый тест для самопроверки в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
						2	0,3	19,7	Зачет
	<b>Итого за 3 семестр 144 часа</b>		<b>10</b>		<b>16</b>	<b>2</b>	<b>0,3</b>	<b>115,7</b>	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							<b>14</b>	

Примечание: объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «Экологическая микробиология» 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	
2	Водная микробиология	3			8			Факультет биологии и экологии
3	Почвенная микробиология	3			8			Факультет биологии и экологии
	<b>ИТОГО</b>				16			

**Содержание разделов дисциплины:**

**1. Введение. Предмет экологической микробиологии.**

- 1.1. Экологическая микробиология как раздел общей микробиологии.
- 1.2. Экологическая микробиология как одно из частных направлений экологии.
- 1.3. Методы изучения экосистем по микробиологическим показателям.
- 1.4. Цели и задачи микробиологического мониторинга в оценке состояния наземных и водных экосистем.

**2. Водная микробиология.**

- 2.1. Вода как среда обитания микроорганизмов. Разнообразие водных объектов. Характер воздействия физико-химических параметров водных экосистем на аборигенное микробное сообщество. Аллохтонные микроорганизмы.
- 2.2. Структура микробного населения водных экосистем. Разнообразие водных микроорганизмов: таксономическое, метаболическое, экотрофическое.
- 2.3. Особенности циклов биогенных элементов и потоков вещества и энергии в водоемах. Трофность и сапробность водоемов.
- 2.5. Анаэробное сообщество как модель трофических связей, межвидовой перенос водорода и формиата, синтрофия. Первичные и вторичные анаэробы. Формирование состава атмосферы. Парниковые газы, метаногенез, бактериальный газовый фильтр.
- 2.6. Показатели санитарно-гигиенического мониторинга водных экосистем.
- 2.7. Микробиологические показатели гидробиологического мониторинга водных экосистем.
- 2.8. Процессы эвтрофирования и самоочищения водоемов. Биохимическая очистка сточных вод.

**3. Почвенная микробиология.**

- 3.1. Почва как среда обитания микроорганизмов. Разнообразие типов почв, участие микроорганизмов в их формировании. Характер воздействия физико-химических факторов на аборигенное микробное сообщество. Аллохтонные микроорганизмы.

- 3.2. Влажность и почвенный воздух, связь микроорганизмов с растениями, ризосфера.
- 3.3. Роль мицелиальных микроорганизмов в почве, микориза, гумусообразование. Роль микроорганизмов в формировании характерных типов почв.
- 3.4. Влияние на почвы загрязняющих веществ. Самоочищение почв.
- 3.5. Микробиологические показатели оценки качества почв.

#### **4. Геомикробиология.**

- 4.1. Особенности недр Земли как среды обитания микроорганизмов: глубинные воды и породы. Социально-экономическая значимость мониторинга состояния подземной среды.
- 4.2. Роль микроорганизмов в выщелачивании пород и формировании коры выветривания.
- 4.3. Цикл кальция и карбонатов, рудообразование.
- 4.4. Особенности биологического цикла углерода в глубоких горизонтах земной коры.
- 4.5. Использование микробиологической активности для повышения производительности добывающей промышленности.
- 4.6. Санитарно-гигиенические и эпидемиологические проблемы разработки земных недр.

#### **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 «Экологическая микробиология» 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:

для формирования материалов для текущего контроля успеваемости и проведения промежуточной аттестации, для формирования методических материалов по дисциплине:

- 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.uniya.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_find.php](http://www.lib.uniya.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: лабораторные занятия / Н.Ю. Пухова. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 54 с.



<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20080311.pdf>

2. Шеховцова, Н.В. Экология водных микроорганизмов: учебное пособие / Н.В. Шеховцова. – Ярославль: ЯрГУ, 2008. – 132 с.

3. 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. Дзюбан, А.Н. Деструкция органического вещества и цикл метана в донных отложениях внутренних водоемов / А. Н. Дзюбан. – Ярославль: Принтхаус, 2010. – 187 с.

2. Добровольский, Г.В. Функции почв в биосфере и экосистемах / Г.В. Добровольский. – М.: Наука, 1990. – 270 с.

3. Емельянов, А.Г. Геоэкологический мониторинг: учебное пособие для вузов / А.Г. Емельянов. – Тверь: ТверГУ, 2002. – 121 с.

4. Заварзин, Г.А. Введение в природоведческую микробиологию : учеб. пособие для вузов / Г.А. Заварзин, Н.Н. Колотилова. – М.: Книжный дом «Университет», 2001. – 255 с.

5. Звягинцев, Д.Г. Почва и микроорганизмы / Д.Г. Звягинцев. – М.: Изд-во МГУ, 1987. – 256 с.

6. Копылов, А.И. Бактериопланктон водохранилищ Верхней и Средней Волги / А.И. Копылов, Д.Б. Косолапов; отв. ред. В.Т. Комов; РАН, Ин-т биологии внутренних вод. – М.: Изд-во СГУ, 2008. – 376 с.

7. Копылов А.И. Микробная "петля" в планктонных сообществах морских и пресноводных экосистем / А.И. Копылов, Д.Б. Косолапов; РАН, Ин-т биологии внутренних вод. – Ижевск: КнигоГрад, 2011. – 330 с.

8. Кузнецов, С.И. Методы изучения водных микроорганизмов / С.И. Кузнецов, Г.А. Дубинина; отв. ред. Ю.И. Сорокин. – М.: Наука, 1989. – 288 с.

9. Микроорганизмы как агенты биомониторинга и биоремедиации загрязненных почв / Т.Я. Ашихмина и др.; под общ. ред. Т.Я. Ашихминой. – Киров: Науч. изд-во ВятГУ, 2018. – 254 с.

10. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Под ред. А.И. Нетрусова. – М.: Академия, 2005. – 603 с.

11. Проблемы химического и биологического мониторинга экологического состояния водных объектов Кольского Севера / Отв. ред. В.А. Яковлев. – Апатиты: Кольск. Научный центр, 1995. – 193 с.

12. Пухова, Н. Ю. Бактерии в природных сообществах: учебно-методическое пособие / Н.Ю. Пухова. – Ярославль: ЯрГУ, 2016. – 53 с.

13. Христофорова, Н.К. Биоиндикация и мониторинг загрязнения морских вод тяжелыми металлами / Н.К. Христофорова; отв. ред. И.А. Скульский. – Л.: Наука, 1989. – 192 с.

14. Шеховцова, Н.В. Экология водных микроорганизмов: метод. указания / Н.В. Шеховцова. – Ярославль: ЯрГУ, 2011. – 83 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  
«Экологическая микробиология»**

**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 ВХОДНОГО КОНТРОЛЯ ЗНАНИЙ**

1. Дайте определение понятию микроорганизм. Назовите известные Вам группы микроорганизмов.
2. Назовите основные способы существования микроорганизмов.
3. Перечислите этапы цикла углерода в экосистемах.
4. Кратко опишите основные функции микроорганизмов в экосистемах.
5. Приведите примеры этапов цикла азота, которые способны осуществлять только прокариоты.
6. Перечислите этапы биологического круговорота серы.
7. Приведите биологические стадии круговорота фосфора.
8. Опишите этапы круговорота железа, осуществляемые микроорганизмами.
9. Какие методы изучения водных и почвенных микроорганизмов Вы знаете?
10. Чем отличается микробная ассоциация от микробного сообщества?
11. Дайте определение понятию ксенобиотик. Приведите примеры ксенобиотиков.
12. Опишите физиологические процессы, которые осуществляют микроорганизмы при окислении ксенобиотиков.
13. Охарактеризуйте процессы самоочищения природных экосистем.
14. Приведите состав комплексных бактериальных препаратов, используемых в биоремедиации, и его обоснуйте.
15. Назовите основной фактор, определяющий численность микроорганизмов *in situ*.

**ВОПРОСЫ ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА**

**Тема 1. Введение. Предмет экологической микробиологии.**

1. Экологическая микробиология как комплексное экологическое направление.
2. Методы изучения биоразнообразия микроорганизмов в природных экосистемах.
3. Методы изучения микробной активности *in situ* и в изолированных пробах.
4. Молекулярные методы в экологических исследованиях микроорганизмов.
5. Методы зондирования в экологии микроорганизмов и микробиологическом мониторинге наземных экосистем.

**Тема 2. Водная микробиология.**

1. Вода как среда обитания микроорганизмов. Разнообразие водных объектов.
2. Основные абиогенные факторы водной среды, формирующие структуру водных микробоценозов.
3. Автохтонные и аллохтонные микроорганизмы в водоемах и оценке качества водной среды. Трофность и сапробность водоемов.
4. Пространственное распределение микроорганизмов в стратифицированных водоемах. Бактерии продуценты и редуценты.
5. Функции микробных сообществ бактериопланктона, бактерионейстона, бактериобентоса.

6. Особенности цикла углерода и деструкции органического вещества в водных экосистемах.
7. Краткая характеристика циклов азота, серы, фосфора и металлов с переменной валентностью. Стадии, осуществляемые исключительно прокариотами.
8. Анаэробное сообщество как модель трофических связей, межвидовой перенос водорода и формиата, синтрофия.
9. Первичные и вторичные анаэробы. Формирование состава атмосферы. Парниковые газы, метаногенез, бактериальный газовый фильтр.
10. Санитарно-показательные микроорганизмы в водоемах и методы их выявления и количественного учета.
11. Микробиологические показатели гидробиологического мониторинга водных экосистем и методы их определения.
12. Процессы эвтрофирования и самоочищения водоемов. Биохимическая очистка сточных вод.

### **Тема 3. Почвенная микробиология.**

1. Почва как среда обитания микроорганизмов. Разнообразие типов почв, участие микроорганизмов в их формировании.
2. Физико-химические факторы почвенной среды, их роль в формировании аборигенного микробного сообщества.
3. Особенности формирования и функционирования микробных сообществ в почвах.
4. Аллохтонные микроорганизмы, их судьба в почвах.
5. Роль растений в жизни микроорганизмов. Связь микроорганизмов с растениями, ризосферный эффект. Микроорганизмы филлосферы и филлопланы. Бактерии – эндопоселенцы растений.
6. Взаимодействие мицелиальных микроорганизмов с растениями: кто паразит, а кто хозяин?
7. Деструкция органического вещества в почвах разных типов.
8. Влияние на почвы загрязняющих веществ. Самоочищение почв.
9. Микробиологические показатели оценки качества почв и методы их определения.

### **4. Геомикробиология.**

1. Особенности недр Земли как среды обитания микроорганизмов: глубинные воды и породы. Физико-химические факторы, поддерживающие жизнеспособность микроорганизмов: источники углерода и энергии, доноры электронов.
2. Социально-экономическая значимость мониторинга состояния подземной среды. Значение подземных вод в питьевом водоснабжении населения различных стран.
3. Методы изучения биоразнообразия и микробной активности в глубинных горизонтах земной коры.
4. Особенности цикла углерода в глубоких горизонтах земной коры.
5. Стимуляция микробиологической активности *in situ* как способ повышения нефтеотдачи нефтяного пласта.
6. Цикл железа в подземной среде. Использование микроорганизмов для выщелачивания металлов из руд.
7. Роль микроорганизмов в формировании коры выветривания.
8. Микроорганизмы и цикл кальция и карбонатов, рудообразование.
9. Проблемы контаминации подземной среды наземными микроорганизмами и санитарно-гигиенические, эпидемиологические проблемы разработки земных недр.

### **Примерные темы рефератов по курсу:**

1. Роль прокариотного мира в становлении биосферы.
2. Циано-бактериальные маты как автономное микробное сообщество.

3. Алкалофильное сообщество содовых озер.
4. Верховые болота – автономные реликтовые биоценозы.
5. Участие микроорганизмов в миграции элементов и их соединений в природе.
6. Микробно-растительные взаимодействия и их влияние на цикл углерода.
7. Роль микроорганизмов в функционировании геохимических барьеров в наземных (водных) экосистемах.
8. Участие микроорганизмов в седиментогенезе.
9. Микробиологический мониторинг водной среды.
10. Устойчивость почв к антропогенным воздействиям и ее биогенный характер.
11. Микробиологический мониторинг почв.
12. Микроорганизмы и атмосфера (гидросфера, литосфера).
13. Концепции организованности и функционирования подземной биосферы.

### Примерные задания Итогового теста для самоконтроля (*LMS Moodle*)

#### 1. ДЕСТРУКТОРЫ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ

- А) Водоросли
- Б) Низшие беспозвоночные
- В) Нитрификаторы
- Г) Грибы
- Д) Цианобактерии

2. Полное окисление органического вещества до исходных  $\text{CO}_2$  и  $\text{H}_2\text{O}$  называют \_\_\_\_\_.

#### 3. ХРОНОЛОГИЧЕСКИЙ ПОРЯДОК введения в практику экологической микробиологии методов оценки интенсивности микробиологических процессов

А. По величине экспрессии генов, которые кодируют структуру ферментов, определяющих скорость специфического процесса.

Б. По скорости включения радиоактивной метки в продукты реакции после введения в изолированные пробы меченого субстрата.

В. По скорости изменения концентрации субстратов или продуктов реакции, определенной методами аналитической химии в изолированных пробах.

Г. По численности микроорганизмов соответствующей физиологической группы на селективной питательной среде.

#### 4. СООТВЕТСТВИЕ между современной задачей экологической микробиологии и методом, с помощью которого она решается:

- |   |   |
|---|---|
| А. Определение специфических микробных серотипов                    | 1) Анализ многообразия последовательностей нуклеотидов в 16S рРНК |
| Б. Определение численности самофлюоресцирующих популяций            | 2) Иммунологический   |
| В. Регистрация геномов, имеющих очень низкую частоту встречаемости  | 3) Полимеразная цепная реакция (ПЦР)                              |
| Г. Филогенетическое многообразие микроорганизмов в природных средах | 4) Проточная цитометрия   |

5. Дайте характеристику микробиологическим процессам в полисапробной зоне водоема

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

### Список вопросов к зачету по курсу «Экологическая микробиология»

1. Предмет экологической микробиологии. Цели и задачи микробиологического мониторинга в оценке состояния наземных и водных экосистем.
2. Микробиологические показатели в оценке состояния природных биогеоценозов в системе экологического мониторинга.
3. Озеро как модель водной экосистемы. Структура водного микробиоценоза. Роль бактерий в деструкции первичной продукции и создании рыбной продуктивности водоема.
4. Водоохранилище как модель водной экосистемы. Роль бактерий в деструкции аллохтонного органического вещества и роль в самоочищении водоемов.
5. Анаэробная деструкция органического вещества в водоемах и ее применение при очистке сточных вод и получении биогаза.
6. Цикл метана в природных средах как индикатор успешной минерализации органического вещества.
7. Микробиологические показатели гидробиологического и санитарно-гигиенического мониторинга водных экосистем, их общность и специфичность.
8. Почвенная микробиология, структура почвы и характерные условия обитания микроорганизмов в почве.
9. Влажность и почвенный воздух, связь микроорганизмов с растениями, ризосфера.
10. Роль мицелиальных организмов в почве, микориза, гумусообразование.
11. Роль микроорганизмов в формировании характерных типов почв.
12. Загрязнение и самоочищение почвы.
13. Микробное биоразнообразие и методы его определения в почвах.
14. Методы оценки микробиологической активности в почвах.
15. Подпочвенные горизонты и условия выживания микроорганизмов в глубинных водах и породах.
16. Значение углеводородокисляющих микроорганизмов в подземном цикле углерода.
17. Гетеротрофная активность подпочвенных микроорганизмов, индикаторное и биотехнологическое значение.
18. Биогенное образование минералов *in situ* и *in vitro*. Проблемы биотехнологической реализации процесса.
19. Цикл кальция и карбонатов в биосфере, его значение в наземных и водных экосистемах.
20. Выщелачивание металлов из руд в природе и добывающих технологиях. Проблемы применения.
21. Санитарно-гигиенические и эпидемиологические проблемы эксплуатации почв и земных недр. Организация мониторинга подземных экосистем.

### **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 за самостоятельную работу (реферат):**

- *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 по результатам тестового самоконтроля:**

Результаты теста оцениваются по арифметической шкале:

81-100% - отлично,

61-80% - хорошо

41-60 - удовлетворительно

#### **Правила выставления оценки на зачете:**

Устный ответ студента на зачете оценивается по 2-х балльной системе.

Отметка «зачтено» ставится, если:

- знания отличаются глубиной и содержательностью, дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы к зачету, так и на дополнительные;

- студент свободно владеет научной терминологией;

- ответ студента структурирован, содержит анализ существующих теорий, научных школ, направлений и их авторов;

- ответ студента логично и доказательно раскрывает проблему, предложенную для решения;

- ответ студента характеризуется глубиной, полнотой и не содержит фактических ошибок;

- ответ студента иллюстрируется примерами, в том числе из собственной научно-исследовательской деятельности;

- студент демонстрирует умение аргументировано вести диалог и научную дискуссию;

- студент демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

Отметка «незачтено» ставится, если:

- ответ студента обнаружил незнание или непонимание сущностной части дисциплины;

- содержание вопросов не раскрыто, допускаются существенные фактические ошибки, которые студент не может исправить самостоятельно;

- на большую часть дополнительных вопросов по содержанию зачета студент затрудняется дать ответ или не дает верных ответов;

- студент не демонстрирует навыки поиска и обработки научной информации и экспериментальных данных.

## **Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины « Экологическая микробиология»**

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

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Экология микроорганизмов» являются лекции. По двум ключевым 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 во время опросов, на консультациях, лабораторных занятиях или из учебной и научной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома студентам предлагается список контрольных вопросов. В конце третьего семестра по результатам изучения дисциплины студенты сдают зачет. Зачет принимается по экзаменационным билетам каждый из которых включает в себя три теоретических вопроса. На самостоятельную подготовку к зачету выделяется 3 дня, во время подготовки к зачету предусмотрена консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Экологическая микробиология» 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. 8 настоящей рабочей программы, а также следующие издания:

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

Для самостоятельного поиска учебной и научной литературы следует пользоваться электронными ресурсами НБ ЯрГУ.

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