


**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**  
**«Экспериментальная микробиология»**

Направление подготовки  
06.04.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Экспериментальная биология и биотехнологии»

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**

Цель освоения дисциплины «Экспериментальная микробиология» является: формирование компетенций, необходимых для проведения микробиологических работ в природных и модельных условиях в ходе контроля состояния экосистем и реализации биотехнологических процессов.

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

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

Для освоения данной дисциплины студенты должны владеть теоретическим материалом по аналитической химии, микробиологии и основам биотехнологии, опытом проведения лабораторных и полевых исследований по изучению видового и экосистемного биоразнообразия на уровне бакалавриата, а также теоретическими и практическими навыками, полученными в курсе «Современные биотехнологии».

Полученные в курсе «Экспериментальная микробиология» знания необходимы для изучения последующих дисциплин «Биотехнологии биологически активных веществ и лекарственных препаратов», «Биоинформационный анализ в экспериментальной биологии», а также для дальнейшей научной и профессиональной деятельности.

### 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>Профессиональные компетенции</b>		
<p><b>ПК-1.</b> Способен организовывать отбор, обработку, анализ биологических проб, контролировать состояние экосистем с использованием современного оборудования и вычислительных комплексов при решении задач экспериментальной биологии и биотехнологии.</p>	<p><b>ПК-1.1.</b> Осуществляет и руководит поиском научной информации, подготовкой аналитических научных обзоров, выбором технических средств и методов, обработкой и систематизацией данных производственных и лабораторных наблюдений и измерений при решении поставленных научно-исследовательских задач.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способы и ресурсы научного поиска информации;</li> <li>- правила составления и оформления аналитических научных обзоров;</li> <li>- правила регистрации, обработки, систематизации данных лабораторных наблюдений и измерений при решении микробиологических научно-исследовательских задач.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- протоколировать результаты микробиологических наблюдений и измерений;</li> <li>- обрабатывать результаты количественных наблюдений и вычислять на их основе обобщенные показатели;</li> <li>- обобщать и анализировать полученные данные;</li> <li>- оформлять результаты в виде аналитического отчета о научно-исследовательской работе.</li> </ul>

	<p><b>ПК-1.2.</b> Применяет современные методы организации отбора и аналитических исследований биологических проб с использованием биоинформационного анализа и вычислительных комплексов, методы экспериментальной микробиологии и экобиотехнологии для контроля состояния экосистем и их восстановления.</p>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- организовывать и осуществлять отбор микробиологических проб с соблюдением правил асептики;</li> <li>- производить качественный и количественный анализ природных проб по микробиологическим показателям;</li> <li>- обеспечивать воспроизводимость и достоверность получаемых результатов за счет правильной организации микробиологических исследований;</li> <li>- статистически обрабатывать результаты микробиологических определений;</li> <li>- вычислять количественные показатели по результатам микробиологических определений;</li> <li>- делать выводы о состоянии изучаемого объекта.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- отбора природных проб для микробиологического анализа;</li> <li>- качественного и количественного анализа микробиологических проб;</li> <li>- вычисления количественных показателей по результатам микробиологических определений;</li> <li>- формулирования заключения о состоянии изучаемого объекта.</li> </ul>
<p><b>ПК-3.</b> Способен разрабатывать и модифицировать существующие биотехнологические процессы при решении проектных задач.</p>	<p><b>ПК-3.1.</b> Использует в проектной деятельности знания теории и методов экспериментальной микробиологии, биоинженерии, биотехнологии биологически активных веществ и лекарственных препаратов, экобиотехнологии при разработке и модификации биотехнологических процессов.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы и методы экспериментальной микробиологии;</li> <li>- закономерности обращения с микроорганизмами в биотехнологических процессах;</li> <li>- последствия ненадлежащего обращения с микроорганизмами в лабораторных и производственных условиях.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выбирать методы исследования в соответствии с решаемой задачей;</li> <li>- определять перечень и рассчитывать количество необходимого оборудования и расходных материалов;</li> <li>- находить альтернативные варианты проведения экспериментов при изменении условий их реализации.</li> </ul>

	<p><b>ПК-3.2.</b> Разрабатывает и участвует в реализации проектов с учетом правил и норм техники безопасности и охраны труда, соблюдения требований нормативно-правовой и технической документации.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- регламенты микробиологических работ;</li> <li>- правила асептики при проведении микробиологических исследований;</li> <li>- правила оформления протоколов и отчетов по результатам микробиологических определений.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планировать лабораторный и полевой эксперимент с учетом ресурсных и экономических возможностей;</li> <li>- организовывать сбор, подготовку и упаковку стерильного оборудования и расходных материалов для транспортировки и/или хранения перед микробиологическим исследованием;</li> <li>- соблюдать правила асептики при производстве лабораторных и/или полевых микробиологических работ.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- планирования и организации микробиологических экспериментов;</li> <li>- соблюдения правил техники безопасности при выполнении микробиологических работ;</li> <li>- оформления регистрации результатов микробиологических исследований.</li> </ul>
--	---	--

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачетные единицы, 144 ак. часа.

№ 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	Методы микробиологических исследований	2	4		3			20	Фронтальный опрос, отчет по лабораторному занятию, реферат
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>								<i>Изучение презентации лекций и текущей информации в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
2	Качественные исследования в микробиологии	2	6		3	0,5		20	Фронтальный опрос, отчет по лабораторному занятию, реферат
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>								<i>Изучение презентации лекций и текущей информации в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
3	Количественные исследования в микробиологии	2	2		3	0,5		20	Фронтальный опрос отчет по лабораторному занятию, реферат
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>								<i>Изучение презентации лекций и текущей информации в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
4	Лабораторные и полевые эксперименты в микробиологии	2	2		3	0,5		20	Фронтальный опрос отчет по лабораторному занятию, реферат
5	Контроль качества микробиологических исследований	2	2		4	0,5		20	Фронтальный опрос отчет по лабораторному занятию, реферат
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>								<i>Итоговый тест для самопроверки в ЭМ ЭУК в LMS Moodle</i>
						0,3		15,7	Зачет
	<b>Итого за 2 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>				3			2	

Примечание: объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК

«Экспериментальная 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	
1	Методы микробиологических исследований	2			3			Факультет биологии и экологии
2	Качественные исследования микробиологии	в 2			3			Факультет биологии и экологии
3	Количественные исследования микробиологии	в 2			3			Факультет биологии и экологии
4	Лабораторные и полевые эксперименты микробиологии	в 2			3			Факультет биологии и экологии
5	Контроль качества микробиологических исследований	2			4			Факультет биологии и экологии
	<b>ИТОГО</b>				<b>16</b>			

#### Содержание разделов дисциплины:

##### 1. Методы микробиологических исследований

1.1. Краткая история возникновения экспериментальной микробиологии. Разработка методов обнаружения, выделения, культивирования, идентификации микроорганизмов, изучения их роста, метаболической активности в модельных и природных условиях.

1.2. Основные группы микробиологических методов, применяемых в современных исследованиях научного и прикладного характера.

1.3. Риски микробиологических работ. Правила техники безопасности при работе в микробиологической лаборатории.

##### 2. Качественные исследования в микробиологии

2.1. Биоразнообразие – основной показатель качества микробиоты природных сред и биоматериалов.

2.2. Правила отбора проб воздуха, почвы и биоматериалов, их транспортировки и хранения до момента микробиологических исследований.

2.3. Методы культивирования микроорганизмов на питательных средах. Питательные среды и их предназначение.

2.4. Методы определения фенотипических свойств чистых культур: культуральных, морфологических, физиолого-биохимических и экологических.

2.5. Методы определения генотипических свойств чистых культур. Выделение ДНК из биомассы, ЦПР, секвенирование, ДНК-ДНК-гибридизация.

### **3. Количественные исследования в микробиологии**

3.1. Определение численности микроорганизмов методами посева и прямой микроскопии.

3.2. Количественная оценка разнообразия микроорганизмов в биопробах. Маркерные методы.

3.3. Параметры роста биомассы микроорганизмов. Микробиологическая кинетика.

3.4. Измерение микробиологической активности *in situ*.

### **4. Лабораторные и полевые эксперименты в микробиологии**

4.1. Планирование и проведение микробиологических лабораторных работ.

4.2. Планирование и организация полевых микробиологических исследований.

4.3. Микроскопическая техника. Методы световой, электронной, лазерной, зондовой, конфокальной и т.п. микроскопии.

4.4. Средства автоматической регистрации микробиологической активности *in situ*. Чипирование.

4.5. Молекулярные методы детекции определенных групп микроорганизмов в природных средах. FISH-зондирование.

### **5. Контроль качества микробиологических исследований**

5.1. Правильная организация микробиологической лаборатории – гарантия качества микробиологических исследований.

5.2. Требования к качеству микробиологических определений. Общелабораторное оборудование.

5.3. Организация и проведение дезинфекционных мероприятий в лаборатории. Стерилизация.

5.4. Документация микробиологической лаборатории. Нормативно-правовая база. Требования к регистрации данных и составлению отчетов.

## **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 «Экспериментальная 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:

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. Алешина, Е.С. Культивирование микроорганизмов как основа биотехнологического процесса [Электронный ресурс] : учебное пособие / Е.С. Алешина, Е.А. Дроздова, Н.А.Романенко. Оренбург: ОГУ, ЭБС АСВ, 2017. 192 с. Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/71282.html>
2. Нетрусов, А.И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для бакалавриата и магистратуры / А.И. Нетрусов, И.Б. Котова. М.: Юрайт, 2017. 312 с. <https://biblio-online.ru/book/9BFAB8C4-38B2-4590-B1D2-BB0428C6CDD2>
3. Шеховцова, Н.В. Культивирование микроорганизмов и клеток : учебно-методическое пособие / Н.В. Шеховцова, Ю.В. Зайцева. Ярославль: ЯрГУ, 2019. 60 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Методы общей бактериологии: в 3 т / Под ред. Ф. Герхардта и др. М.: Мир, 1983.
2. Практикум по микробиологии: учебное пособие для вузов / Под ред. А.И. Нетрусова. М.: Академия, 2005.
3. Современная микробиология. Прокариоты. В 2-х томах / Под ред. Й. Ленгелера, Г.Древса, Г. Шлегеля. М.: Мир, 2005.
4. Шеховцова Н.В. Экология водных микроорганизмов: учебное пособие / Н.В.Шеховцова. Ярославль: ЯрГУ, 2008. 132 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  
«Экспериментальная 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 ДЛЯ ФРОНТАЛЬНОГО ОПРОСА**

**Тема 1 «Методы микробиологических исследований»**

1. Микробиологические методы, разработанные Л. Пастером.
2. Методы микробиологических исследований, разработанные Р. Кохом.
3. Экспериментальный подход к исследованию природных микроорганизмов С.Н. Виноградского.
4. Математические методы в микробиологических исследованиях.
5. Успехи развития микроскопических методов при изучении микроорганизмов в XX в.
6. Методы изучения физиологии микроорганизмов, их метаболической активности. Методы аналитической химии.
7. Правила техники безопасной работы при производстве микробиологических работ в лабораторных и полевых условиях.

**Тема 2 «Качественные исследования в микробиологии»**

1. Культуральные методы определения биоразнообразия микроорганизмов.
2. Хемотаксономический подход к определению таксономического разнообразия микроорганизмов. Метод липидных биомаркеров.
3. Методы иммунохимии и серодиагностики в оценке микробного биоразнообразия.
4. Методы молекулярной экологии микроорганизмов.
5. Правила отбора проб воздуха, их транспортировки и хранения до момента микробиологических исследований.
6. Правила отбора проб воды, их транспортировки и хранения до момента микробиологических исследований.
7. Правила отбора проб почвы, их транспортировки и хранения до момента микробиологических исследований.
8. Правила отбора проб биоматериалов, их транспортировки и хранения до момента микробиологических исследований.
9. Методы посева и культивирования микроорганизмов в жидких питательных средах.
10. Методы посева и культивирования микроорганизмов на плотных питательных средах.
11. Методы изучения морфологии и строения микробных клеток.
12. Методы изучения физиолого-биохимических свойств чистых культур.
13. Экспериментальное определение отношения чистых культур микроорганизмов к идентификационным экологическим факторам.
14. Генотипирование чистых культур. Полифазная таксономия.
15. Филогенетический анализ микробных сообществ.

**Тема 3 «Количественные исследования в микробиологии»**

1. Определение численности микроорганизмов методами чашечных посевов.
2. Определение численности микроорганизмов методом наиболее вероятного числа.
3. Определение численности микроорганизмов методами прямого счета.
4. Алгоритм расчета доли микроорганизмов в сообществе по результатам анализа биомаркеров в природных пробах.

5. Кинетические параметры периодического роста чистых культур.
6. Зависимость скорости роста биомассы от концентрации субстрата в периодической и непрерывной культурах.
7. Методы определения потребления субстрата и образования органических продуктов в процессе роста культур.
8. Методы определения дыхательной активности микроорганизмов в лабораторных и природных условиях.

#### **Тема 4. «Лабораторные и полевые эксперименты в микробиологии»**

1. Особенности проведения полевых исследований в микробиологии, необходимость организации стационаров для микробиологического мониторинга экосистем.
2. Планирование и организация полевых и лабораторных микробиологических исследований.
3. Микроскопическая техника. Методы световой, электронной, лазерной, зондовой, конфокальной и т.п. микроскопии.
4. Средства автоматической регистрации микробиологической активности *in situ*. Чипирование.
5. Методы изотопного анализа в микробиологии.
6. Молекулярные методы детекции определенных групп микроорганизмов в природных средах. FISH-зондирование.

#### **Тема 5. «Контроль качества микробиологических исследований»**

1. Правила организации микробиологической лаборатории. «Чистая» и «грязная» зоны.
2. Требования к оснащению микробиологических лабораторий.
3. Требования к качеству микробиологических определений. Аналитическое оборудование.
4. Организация и проведение дезинфекционных мероприятий в лаборатории.
5. Способы стерилизации инструментов и расходных материалов. Контроль качества стерилизации.
6. Контроль качества питательных сред. Лабораторные тест-культуры.
7. Документация микробиологической лаборатории. Требования к регистрации данных и составлению отчетов.
8. Нормативно-правовая база микробиологических исследований. Санитарные правила.

### **Задания для самостоятельной работы**

Реферирование научных статей является одной из форм самостоятельной работы студентов при освоении курса «Экспериментальная микробиология». Цель подготовки реферата – поиск современной научной информации по изучаемым темам, выработка навыков работы с научной литературой, систематизации и анализа данных. Темы рефератов составлены с учетом программы курса «Экспериментальная ботаника и микробиология» и охватывают изучаемые темы дисциплины.

### **ПРИМЕРНЫЕ ТЕМЫ РЕФЕРАТОВ**

1. Методы выделения, изучения и регистрации новых видов (штаммов-деструкторов или продуцентов) микроорганизмов в соответствующих международных коллекциях.
2. Методы изучения качества питьевой воды (воды в системах водоснабжения или водоотведения, теплоснабжения) по микробиологическим показателям.
3. Методы изучения качества пищевых (лекарственных, фармацевтических) продуктов по микробиологическим показателям.
4. Методы изучения функционирования водных (наземных, подземных, болотных и пр.) экосистем по микробиологическим показателям.

5. Методы изучения реликтовых экосистем (например, содовых озер, горячих источников, холодных сипов и т.п.) по микробиологическим показателям.
6. Методы изучения круговорота органического вещества (цикла метана, цикла азота, элементов с переменной валентностью) в различных средах.
7. Методы изучения биопленок.

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

### **Список вопросов к зачету по курсу «Экспериментальная микробиология»**

1. История развития микробиологического эксперимента.
2. Требования к организации работ в микробиологических лабораториях.
3. Микроскопические методы исследования. Новые возможности в XXI веке.
4. Методы выделения чистых культур микроорганизмов.
5. Методы выращивания чистых культур в лаборатории.
6. Методы изучения микробных сообществ в природе.
7. Методы изучения микробных сообществ в лаборатории.
8. Методы изучения некультивируемых микроорганизмов.
9. Культуральные методы оценки микробного разнообразия.
10. Методы оценки микробного разнообразия без выделения микроорганизмов на лабораторные среды.
11. Методы изучения наночастиц микроорганизмов, их значение в природе.
12. Статические количественные микробиологические показатели и методы их определения.
13. Динамические количественные микробиологические показатели и методы их определения.
14. Методы физиологических исследований в лабораторной и полевой практике.
15. Кинетический метод в изучении чистых культур.
16. Кинетические методы в изучении микробных сообществ.
17. Хемостатное культивирование в экологических и биотехнологических исследованиях
18. Молекулярно-биологические методы в полевой микробиологии.
19. Хемотаксономические методы в натуральных и лабораторных экспериментах.
20. Требования к документации микробиологической лаборатории.

### **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 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 тест:**

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 « Экспериментальная микробиология»

### Методические указания для студентов по освоению дисциплины

Изучение курса «Экспериментальная микробиология» направлено на расширение и углубление знаний в области микробиологических экспериментов и получение студентами представления о современных методах микробиологической диагностики, возможностях их практического использования в научных исследованиях и профессиональной деятельности.

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Экспериментальная микробиология» являются лекции. Предусмотрены также лабораторные занятия, на которых происходит закрепление лекционного материала и знакомство с методами микробиологических исследований. Степень готовности к занятиям студент может проверить вопросами для самоконтроля. Они призваны помочь студенту в обобщении и анализе сведений, полученных из учебников и дополнительной литературы.

Для успешного освоения дисциплины очень важно самостоятельное изучение большого количества теоретического материала. Теоретический материал на лекциях дается в сокращенном изложении (носит преимущественно обзорный характер), поэтому законспектированный на лекциях материал необходимо прорабатывать дома и при необходимости дополнять информацией, полученной из учебной и научной литературы, обсуждения контрольных вопросов на лабораторных занятиях и консультациях.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных знаний по теории и практике микробиологических исследований, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде фронтальных опросов.

В конце изучения дисциплины студенты сдают зачет. Зачет может быть выставлен по итогам текущей успеваемости при условии успешного выполнения зачетного итогового задания, если студент набирает 50% + 1 балл от максимально возможной суммы баллов. В противном случае зачет принимается по билетам, каждый из которых включает в себя два вопроса: теоретического и практического характера. На самостоятельную подготовку к зачету выделяется три дня, во время подготовки к зачету предусмотрена групповая консультация.

Освоить вопросы, излагаемые в процессе изучения дисциплины «Экспериментальная микробиология» самостоятельно студенту трудно. Это связано с большим объемом и комплексным характером изучаемого материала. 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.

Творческая самостоятельная работа включает написание реферата по заданным темам. Задание выдается индивидуально каждому студенту в начале 7 семестра.

#### *Требования по подготовке реферата*

1. Выбор и согласование темы реферата с преподавателем.
2. Согласование срока сдачи реферата в соответствии с календарным планом изучения дисциплины.
3. Реферат подготавливается в форме презентации по теме исследования (см. требования к подготовке презентации).
4. Защита работы предполагает устное сообщение и демонстрацию слайдов (презентации) и видеозаписей, подготовленных в процессе реферирования. Время, отведенное на представление работы, должно составлять 7-10 минут.

5. В качестве источников рекомендуется использовать ресурсы, научно-техническую литературу и периодику, выпущенную за последние 10 лет. Должно использоваться не менее 5 источников.

#### *Требования к подготовке презентации*

1. Рекомендуемый объем презентации: 8-12 слайдов.
2. На стартовом слайде должны быть обязательно приведены: Тема реферата. Сведения об авторе: ФИО, группа.
3. Следующий слайд: актуальность темы, цель и задачи реферата (обзора).
4. Последующие слайды: изложение основного вопроса. Рекомендуется максимально насыщать слайды иллюстративным материалом к тексту. На каждом новом слайде должны содержаться схемы, графики, таблицы и пр. Изображения и надписи на рисунках должны быть четкими и хорошо читаться.
5. На последнем слайде презентации должен быть приведен список использованных источников литературы. Указывать полные выходные данные книг и журнальных статей. Источники Internet должны быть приведены в виде URL с точным указанием ресурса.

#### *Критерии оценивания работы*

- содержательность, логичность, аргументированность изложения и общих выводов;
- умение анализировать различные источники, извлекать из них исчерпывающую информацию, систематизировать и обобщать ее;
- умение ясно выражать свои мысли в устной форме, яркость, образность выражений, индивидуальность стиля автора реферата;
- правильность оформления работы (соответствие демонстрационных материалов основным требованиям к оформлению презентации)

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

Для самостоятельной работы особенно рекомендуется использовать учебную литературу, приведенную в п. 8 настоящей рабочей программы, а также следующие издания:

1. Варфоломеев, С.Д. Биотехнология: Кинетические основы микробиологических процессов / С.Д. Варфоломеев, С.В. Калюжный. М.: Высшая школа, 1990. 296 с.
2. Кондакова, Г.В. Биоиндикация. Микробиологические показатели [Электронный ресурс]: учеб. пособие для вузов / Г.В. Кондакова. Ярославль: ЯрГУ, 2007. 135 с.
3. Кондакова, Г.В. Санитарная микробиология [Электронный ресурс]: текст лекций / Г.В. Кондакова. Ярославль: ЯрГУ, 2005. 83 с.
4. Пухова, Н.Ю. Экологическая физиология микроорганизмов: учебное пособие / Н.Ю. Пухова. Ярославль: ЯрГУ, 2006. 128 с.
5. Шеховцова, Н.В. Экология водных микроорганизмов [Электронный ресурс]: метод. указания / Н.В. Шеховцова. Ярославль: ЯрГУ, 2011. 83 с.
6. Журналы «Микробиология», «Прикладная микробиология и биохимия», «Экология», «Биотехнология» и др.

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