

**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**  
**«Микробиология и вирусология»**

Направление подготовки  
06.03.01 Биология

Направленность (профиль)  
«Биоинженерия и биотехнология»

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

## Основная часть рабочей программы дисциплины

**1. Цели освоения дисциплины формирование** научных представлений о многообразии микроорганизмов вообще и прокариот с вирусами в частности, принципы их идентификации, значение микроорганизмов в природных процессах, народном хозяйстве и здравоохранении. Данный курс вырабатывает у студентов первоначальные навыки практической работы с бактериями в лабораторных условиях.

**2. Место дисциплины в структуре образовательной программы** Дисциплина «Микробиология и вирусология» относится к обязательной части Блока 1.

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

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих 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 знание биологического разнообразия и методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач.	<b>ИД-ОПК-1.1</b> Знает: теоретические основы микробиологии и вирусологии, ботаники и зоологии, и использует их для изучения жизни и свойств живых объектов, их идентификации и культивирования.	<b>Знать:</b> - особенности строения, метаболизма, генетики, воспроизведения, идентификации и систематики прокариот и вирусов; - результаты воздействия вирусов на клетки организма хозяина.

	<p><b>ИД-ОПК-1.2</b></p> <p>Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять методы наблюдения, классификации, воспроизводства биологических объектов в природных и лабораторных условиях;</li> <li>- использовать полученные знания для анализа взаимодействий организмов различных видов друг с другом и со средой обитания.</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- культивировать микроорганизмы на примере бактерий на лабораторных питательных средах;</li> <li>- производить посеvy микроорганизмов на плотные и в жидкие питательные среды;</li> <li>- работать как со смешанными популяциями, так и с чистыми культурами бактерий;</li> <li>- определять и описывать культуральные, морфологические, тинкториальные, физиолого-биохимические свойства микроорганизмов;</li> <li>- использовать фенотипические признаки для идентификации и культивирования бактерий по определителю.</li> </ul>
	<p><b>ИД-ОПК-1.3</b></p> <p>Владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- опытом участия в работах по мониторингу и охране биоресурсов, использования биологических объектов для анализа качества среды их обитания.</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- опытом определения количественного и качественного состава воздуха внутренних помещений с целью оценки санитарно-гигиенического качества среды обитания человека.</li> </ul>
	<p><b>ИД-ОПК-1.4</b> понимает</p> <p>роль биологического разнообразия как ведущего фактора устойчивости живых систем и биосферы в целом.</p>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- роль прокариотных организмов и вирусов в экосистемах;</li> <li>- последствия нарушения сложившихся взаимодействий между биологическими объектами.</li> </ul> <p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявлять разнообразие бактерий методами культивирования.</li> </ul> <p><b>Владеть навыками:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- выявления взаимосвязей микроорганизмов друг с другом и со средой обитания.</li> </ul>

<p><b>ОПК-8</b> Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты.</p>	<p><b>ИД-ОПК-8.1</b> Знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные типы экспедиционного и лабораторного оборудования, особенности выбранного объекта профессиональной деятельности, условия его содержания и работы с ним с учетом требований биоэтики.</li> </ul>	<p><b>Знать:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы организации микробиологических лабораторий;</li> <li>- перечень основного оборудования, необходимого для работы с микроорганизмами (отбора проб, посева биологического материала, получения накопительных и выделения чистых культур микроорганизмов, а также определения их фенотипических свойств культуральными методами);</li> <li>- особенности микроорганизмов как объекта исследования;</li> <li>- правила соблюдения биологической безопасности в лабораторных и полевых условиях.</li> </ul>
	<p><b>ИД-ОПК-8.2</b> Умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- анализировать и критически оценивать развитие научных идей на основе имеющихся ресурсов, составить план решения поставленной задачи, выбрать и модифицировать методические приемы.</li> </ul>	<p><b>Уметь:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- представлять результаты микробиологических исследований, проведенных по заданному алгоритму, в формализованном виде (протокола);</li> <li>- анализировать полученные результаты и формулировать выводы в соответствии с поставленной задачей;</li> <li>- выбирать и оптимизировать метод микробиологических исследований в соответствии с поставленной задачей;</li> <li>- критически оценивать полученные результаты с точки зрения существующих научных идей и методических подходов к решению поставленной задачи.</li> </ul>

	<p><b>ИД-ОПК-8.3 Владеет:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования современного оборудования в полевых и лабораторных условиях, способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния проблемы, способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов, представить их в широкой аудитории и вести дискуссию.</li> </ul>	<p><b>Владеть:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- навыками использования полевого и лабораторного микробиологического оборудования и микроскопической техники для изучения бактерий в полевых и лабораторных условиях;</li> <li>- способностью грамотно обосновать поставленные задачи в контексте современного состояния микробиологии и вирусологии;</li> <li>- способностью использовать математические методы оценивания гипотез, обработки экспериментальных данных, математического моделирования биологических процессов и адекватно оценить достоверность и значимость полученных результатов;</li> <li>- навыком подготовки презентаций по исследуемой проблеме и представления результатов в широкой аудитории;</li> <li>- вести дискуссию по заданной теме.</li> </ul>
--	--	---

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, 180 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						
			лекции	практические	лабораторные	консультации	аттестационные испытания	самостоятельная работа	
1	Введение в общую микробиологию. Возникновение и развитие микробиологии.	5	4		1	1		3	Тест 1 Лабораторная работа 1.1
2	Систематика микроорганизмов: прокариоты и эукариоты. Бактерии и археи. Вирусы	5	6		3	2		9	Тесты 2, 4 Лабораторная работа 2.2
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	5				1		1,5	<i>Тесты 1,2,4</i>
3	Морфология, строение и развитие прокариот	5	4		8	1		8	Тест 3 Лабораторные работы 1.2 – 1.3
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	5						0,5	<i>Тест 3</i>
4	Питание, культивирование и рост прокариот	5	4		6	1		6	Тест 5 Лабораторные работы 2.1-2.2;
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	5						0,5	<i>Тест 5</i>
5	Действие физических и химических факторов	5	2		1	1		4	Тест 7 Лабораторная работа 2.1
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	5						0,5	<i>Тест 7</i>
6	Метаболизм прокариот	5	6		5	2		10	Тест 6 Лабораторные работы 2.1-2.2; 3.1-3.2
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	5				1		0,5	<i>Тест 6</i>
7	Наследственность и изменчивость. Микроорганизмы и эволюционный процесс.	5	2		3	1		4	Тест 8 Лабораторная работа 4.1
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	5						0,5	<i>Тест 8</i>
8	Основы вирусологии. Многообразие вирусов.	5	6		3	2		10	Тест 9 Лабораторная работа 6.4 Задание для СРС 7.3
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	5				1		0,5	<i>Тест 9</i>

9	Практическое применение микроорганизмов	5	2		6	1		6	Лабораторные работы 5.1-5.2; 6.1-6.3
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>	5						2,0	<i>Представление и оценка рефератов студентами в ЭУК «Микробиология и вирусология» в LMS Moodle</i>
						2	0,5	33,5	Экзамен
	<b>ИТОГО</b> всего за 5 семестр 180 ч		<b>36</b>		<b>36</b>	<b>14</b>	<b>0,5</b>	<b>93,5</b>	
	<i>в том числе с ЭО и ДОТ</i>							6,5	

*Примечание: лабораторные работы пронумерованы в соответствии с нумерацией в УМП Микробиология и вирусология /сост. Н.В. Шеховцова. – Ярославль: ЯрГУ, 2017; объем (в часах) самостоятельной работы в рамках установленного данной РПД количества часов, выполняемой студентом с применением ЭО и ДОТ (в ЭУК «Микробиология и вирусология» в LMS Moodle), определяется каждым студентом в зависимости от уровня его подготовки и способов выполнения данного вида работ.*

### **Содержание разделов дисциплины:**

#### **1. Введение.**

1.1. Введение в общую микробиологию. Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микроорганизмов в природных процессах, в народном хозяйстве и здравоохранении.

1.2. Возникновение и развитие микробиологии. Открытие микроорганизмов Антони ван Левенгуком. Роль Л. Пастера в формировании микробиологии. Значение работ Р. Коха, М. Бейеринка, С.Н. Виноградского, Д.И. Ивановского, А. Клейвера, А. Флеминга. Развитие отечественной микробиологии.

1.3. Главные направления развития современной микробиологии. Основные методы микробиологических исследований.

1.4. Практическое использование микроорганизмов.

#### **2. Систематика микроорганизмов: прокариоты и эукариоты; бактерии и археи; вирусы.**

2.1. Мир микроорганизмов. Общие признаки микроорганизмов, их разнообразие, распределение среди основных царств. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, сходство и основные различия. Факторы, определяющие размеры одноклеточных. Вирусы, отличия от клеточных форм жизни.

2.2. Мир прокариот. Принципы классификации прокариотных микроорганизмов. Правила номенклатуры и идентификации. Сравнительная характеристика эубактерий (бактерий) и архебактерий (архей).

2.3. Вирусы. Общая характеристика.

2.4. Проблемы систематики прокариот. Проблема вида в микробиологии. Методологические подходы к систематике прокариот: морфологический, физиологический, молекулярно-биологический. Нумерическая таксономия. Полифазная таксономия. Современная практическая классификация прокариот: структура 9-го издания Определителя бактерий Берджи. Общая характеристика современной филогенетической классификации бактерий и архей.

#### **3. Морфология, строение и развитие прокариот.**

3.1. Микроскопические методы изучения микроорганизмов. Разновидности световой микроскопии. Исследования живых и фиксированных объектов. Использование электронной микроскопии.

3.2. Строение прокариот. Одноклеточные бактерии, размеры и морфология. Многоклеточные формы бактерий. Строение, химический состав и функции отдельных компонентов клеток. Слизистые слои, капсулы и чехлы. Клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий; L-формы и микоплазмы. Жгутики, расположение, организация, механизмы движения. Особенности движения спирихет и скользящих бактерий. Реакции таксиса. Пили, их значение. Клеточная мембрана и внутриклеточные мембранные структуры. Ядерный аппарат, состав, организация и репликация. Рибосомы. Газовые вакуоли и другие органеллы бактерий; их значение. Запасные вещества и другие внутриклеточные включения.

3.3. Способы размножения прокариот. Дифференцировка. Эндоспоры и другие покоящиеся формы.

3.4. Особенности химического состава, клеточной организации и размножения архей.

#### **4. Питание, культивирование и рост прокариот.**

4.1. Основные биоэлементы и микроэлементы.

4.2. Типы питания микроорганизмов. Фототрофия и хемотрофия; автотрофия и гетеротрофия; литотрофия и органотрофия. Сапротрофы и паразиты. Прототрофы и ауксотрофы. Ростовые вещества.

4.3. Поглощение разных соединений клетками. Диффузия и транспорт. Использование микроорганизмами высокомолекулярных соединений и веществ, нерастворимых в воде.

4.4. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Способность микроорганизмов использовать разные соединения серы и фосфора. Потребность в железе, магнии и других элементах.

4.5. Накопительные культуры и принцип элективности. Чистые культуры микроорганизмов. Методы получения и значение.

4.6. Основные типы сред, используемые для культивирования микроорганизмов (по составу и физическому состоянию). Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов. Поверхностное и глубинное выращивание.

4.7. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост. Возможные причины несбалансированного роста.

4.8. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент.

4.9. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Кривая роста, особенности отдельных фаз.

4.10. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Математическое выражение роста культур в непрерывных условиях. Значения непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и для их практического использования. Синхронные культуры; способы получения и значение.

#### **5. Действие физических и химических факторов.**

5.1. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды ( $a_w$ ). Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Лиофилизация.

5.2. Радиация, характер ее действия на микроорганизмы. Устойчивость микроорганизмов к ультрафиолетовым лучам и ионизирующему излучению. Фотореактивация.

5.3. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Психрофилы, мезофилы и термофилы. Использование высоких температур для стерилизации. Действие низких температур на выживание микроорганизмов.

5.4. Влияние гидростатического давления.

5.5. Осмотическое давление. Особенности осмофилов. Галофилы. Способы осморегуляции у разных микроорганизмов.

5.6. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы (облигатные и факультативные); аэротолерантные анаэробы и микроаэрофилы. Возможные причины ингибирующего действия молекулярного кислорода на микроорганизмы.

5.7. Значение pH среды для роста микроорганизмов. Ацидофилы, нейтрофилы и алкалофилы.

5.8. Понятие «питательные и антимикробные вещества». Природа антимикробных веществ и области их применения. Антибиотики. Мутагены.

## 6. Метаболизм прокариот.

6.1. Энергетические процессы. Способы обеспечения энергией. Фотосинтез и хемосинтез. Экзогенные и эндогенные окисляемые субстраты. Переносчики электронов и системы транспорта электронов; их особенности у разных микроорганизмов. Две универсальные формы энергии в клетке:  $\Delta\mu_{H^+}$  и АТФ, способы их образования и значение.

6.2. Брожения. Определение понятия «брожение». Пути сбраживания углеводов и других органических соединений. Молочнокислородное и гетероферментативное брожение, пропионовокислородное, маслянокислородное, ацетонобутиловое, спиртовое и другие брожения. Характеристика микроорганизмов, вызывающих разные брожения.

6.3. Аэробное дыхание. Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Полное и неполное окисление. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла в метаболизме органических соединений.

6.4. Краткая характеристика важнейших микроорганизмов, участвующих в аэробном окислении белков (аммонификация), углеводов (в т.ч. целлюлозы), углеводородов и других многоуглеродных веществ. Микроорганизмы, окисляющие метан, метанол и другие одноуглеродные соединения (метилотрофы). Биолюминесценция как побочный путь аэробного дыхания. Светящиеся бактерии.

6.5. Окисление неорганических соединений. Группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы.

6.6. Анаэробное дыхание. Определение понятия «анаэробное дыхание». Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании. Микроорганизмы, восстанавливающие нитраты и другие соединения азота. Ассимиляционная нитратредукция и денитрификация (диссимиляционная нитратредукция). Сульфатвосстанавливающие и серовосстанавливающие бактерии. Диссимиляционная и ассимиляционная сульфатредукция.

6.7. Метанобразующие археи; их особенности. Образование метана из углекислоты и других соединений. Ацетогенные бактерии, использующие углекислоту как акцептор электронов. Путь синтеза ацетата.

6.8. Использование световой энергии (фотосинтез). Фототрофные прокариотные микроорганизмы. Состав, организация и функции их фотосинтезирующего аппарата. Фотосинтез с выделением и без выделения молекулярного кислорода. Использование световой энергии галоархеями.

6.9. Биосинтетические процессы. Ассимиляция углекислоты автотрофами и гетеротрофами. Рибулозобисфосфатный цикл и другие пути усвоения углекислоты автотрофами. Ассимиляция формальдегида метилотрофами. Использование  $C_2$ - и других органических веществ. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта в биосинтетических процессах.

6.10. Усвоение соединений азота. Ассимиляционная нитратредукция. Фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Пути ассимиляции аммония. Ассимиляционная сульфатредукция.

6.11. Синтез основных биополимеров: нуклеиновых кислот, белков, липидов, углеводов. Биосинтез порфириновых соединений и других важнейших компонентов клеток (общее представление). Вторичные метаболиты.

6.12. Регуляция метаболизма. Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма. Регуляция синтеза ферментов. Конститутивные и индуцибельные ферменты. Индукция и репрессия. Катаболитная репрессия. Регуляция активности ферментов. Аллостерические ферменты и эффекторы. Ковалентная модификация ферментов. Аденилатный контроль и энергетический заряд клетки.

## **7. Наследственность и изменчивость. Микроорганизмы и эволюционный процесс.**

7.1. Наследственная и ненаследственная изменчивость. Мутационная природа изменчивости. Частота появления мутантов и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный (радиационный и химический) мутагенезы. Популяционная изменчивость. Селекция различных мутантов. Применение мутантных микроорганизмов в научных исследованиях и в практических целях.

7.2. Рекомбинация у прокариот: трансформация, трансдукция, конъюгация. Рекомбинация и генетический анализ у фагов. Плазмиды. Понятие о транспозонах. Использование вирусов и плазмид в генетической инженерии.

7.3. Гипотезы о происхождении жизни и свойствах первичных организмов. Предполагаемая эволюция микроорганизмов. Теории возникновения эукариот. Возможность существования жизни вне Земли.

## **8. Основы вирусологии. Многообразие вирусов.**

8.1. Вирусология как биологическая наука. Значение термина «вирус». Этапы развития вирусологии. Хронология открытия вирусов. Основные свойства вирусов. Общие методы изучения вирусов: методы культивирования и идентификации. Основные свойства вирусов, отличающие их от клеточных форм жизни. Две фазы жизненного цикла вирусов. Формы существования вирусов в клетке: продуктивная и интегративная.

8.2. Простые и сложные вирионы. Оболочки вирусов: капсид и суперкапсид. Вирионы со спиральной и изометрической упаковкой субъединиц в капсиде. Основные различия между спиральными и сферическими вирусами. Вирусы с бинарной симметрией.

8.3. Химический состав вирусов. Чистые вирусные препараты. Белки, нуклеиновые кислоты, липиды и углеводы в составе вирионов, их функции. Специфические молекулярные компоненты вирусов: двуспиральная РНК, однонитчатая ДНК и пр.

8.4. Структурно-функциональная организация генома вирусов. РНК или ДНК как генетический материал вируса. Особенности структуры РНК и ДНК вирусного происхождения. Общая классификация: двунитчатые ДНК и РНК, однонитчатые ДНК и РНК, кольцевые формы, сверхспирализация. Особенности первичной структуры вирусных нуклеиновых кислот. Общий механизм реализации генетической информации вирусов, трансляция информационных РНК, транскрипция ДНК, синтез вирусного белка.

8.5. Жизненный цикл вируса. Система «вирус-клетка». Общая характеристика продуктивного типа инфекции. Первые фазы (инициация) вирусной инфекции. Пути проникновения вирусов в клетку. Адсорбция вируса клеткой. Понятие о вирусных и клеточных рецепторах; проникновение вируса в клетку, депротенизация (модификация) вирусного генома. Биологическая специфичность вирусов: роль первых фаз инфекции в определении спектра хозяев вируса.

Синтез вирус-специфичных белков. Вирус-специфические и вирус-индуцированные белки. Функции некоторых неструктурных вирус-специфических белков: РНК-полимераза, ДНК-полимераза, РНК-репликаза, РНК-транскриптаза, обратная транскриптаза; структурные белки. Основные схемы репликации вирусов при продуктивной инфекции.

Общая схема репликации: 1) вирусов с позитивным РНК-геномом; 2) вирусов с негативным РНК-геномом; 3) вирусов с двуцепочечным РНК-геномами; 4) вирусов с двусмысленной (ambisense) РНК; 5) ретровирусов; 6) ретроидных вирусов; 7) вирусов с одноцепочечной ДНК; 8) вирусов с двуцепочечной ДНК.

Механизмы сборки готовых вирионов и выхода их из инфицированных клеток.

8.6. Бактериофаги. Классификация, форма и строение фагов. Свойства фагов. Химический состав. Резистентность. Антигенность и специфичность. Серогруппы и серовары. Монофаги и полифаги.

Простые фаги: икосаэдрические (колифаги MS-2, f2, φX174) и нитчатые (фаги f1, fd). Сложные колифаги группы T1 – T7. Бактериофаги, содержащие однонитчатую РНК – Qβ, MS-2 и др. или двунитчатую РНК – фаг φ6. Бактериофаги с одноцепочечной ДНК – φX174. Бактериофаги с двуцепочечной ДНК – T2, T3, T4, T7.

8.7. Фазы взаимодействия вирулентного фага с бактерией. Продуктивная инфекция. Умеренные фаги (фаги  $\lambda$ , Mu-1 и др.). Интегративная форма – профаг. Лизогения. Лизогенные бактерии. Конверсия свойств бактерий под влиянием фага. Vegetативная (размножающаяся) форма фага, условия ее образования. Дефектные фаги, их свойства.

8.8. Происхождение и распространение фагов. Получение и практическое использование фагов в биологии и медицине. Количественное определение вирусной активности (титрование). Инфекционная единица. Физические частицы. Цикл репродукции вируса. Опыт с одиночным циклом размножения (ОЦР). Анализ репродукции вируса методом «единичного взрыва». Этапы инфекционного процесса.

8.9. Классификация вирусов. Критерии систематики вирусов. Номенклатура.

ДНК-содержащие вирусы. Вирусы позвоночных: семейства Herpesviridae, Adenoviridae, Parvoviridae, Herpadnaviridae. Вирусы позвоночных и беспозвоночных: семейства Poxviridae (п/сем. Chordopoxvirinae, Entomopoxvirinae), Iridoviridae, Parvoviridae. Краткая характеристика основных структур и свойства ДНК-вирусов. Биология наиболее практически значимых видов.

РНК-содержащие вирусы. Вирусы позвоночных: энтеротропные (сем. Picornaviridae, Caliciviridae), пневмотропные (сем. Orthomyxoviridae, Paramyxoviridae, Coronaviridae), вазотропные (сем. Togaviridae, Flaviviridae, Arenoviridae, Bunyaviridae) и лимфотропные (сем. Retroviridae). Вирусы позвоночных, растений и насекомых: сем. Rhabdoviridae и Reoviridae. Предполагаемые семейства Filoviridae и Birnaviridae. Краткая характеристика основных структур и свойств классифицированных семейств РНК-вирусов. Биология наиболее значимых видов.

Эффект интерференции между вирусами. Антивирусная активность интерферона. Механизм индукции интерферона. Механизм действия интерферона.

8.10. Онкогенные вирусы. История открытия. Вирусогенетическая теория новообразований. Теория интеграционных вирусов. Гипотезы онкогена и онкогенного протовируса. Онкогенные ДНК-вирусы. Онкорнавирусы, экзогенные и эндогенные, онкогенные вирусы-сателлиты. Биологические особенности онкорнавирусов: ультраструктура, антигены. Белки и ферменты. Вирусные новообразования у человека.

8.11. Другие неклеточные инфекционные агенты. Вирусы-сателлиты. Вироиды. Прионы. Черты сходства с полноценными вирусами. Специфические особенности репликации и инфекционных процессов.

8.12. Происхождение и природа вирусов. Вирусы как независимые генетические системы. Теории происхождения вирусов: регрессивной эволюции свободноживущих или паразитических клеток, прогрессивной эволюции субклеточных генетических элементов. Сопряженность эволюции вирусов с эволюцией клеток.

**9. Практическое применение микроорганизмов.** Сферы использования микроорганизмов. Пищевые производства, основанные на микробном метаболизме. Порча пищевых продуктов. Болезнетворные микроорганизмы. Микробиологические процессы получения соединений различного назначения. Пути совершенствования микробиологических производств. Микробиологическая очистка сточных вод и переработка отходов. Биокоррозия промышленных и бытовых объектов и материалов. Микроорганизмы – инструменты научных исследований.

#### 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	самостоятельная работа	
1	Введение в общую микробиологию. Возникновение и развитие микробиологии.	5			1				Факультет биологии и экологии
2	Систематика микроорганизмов: прокариоты и эукариоты. Бактерии и археи. Вирусы	5			3				Факультет биологии и экологии
3	Морфология, строение и развитие прокариот	5			8				Факультет биологии и экологии
4	Питание, культивирование и рост прокариот	5			6				Факультет биологии и экологии
5	Действие физических и химических факторов	5			1				Факультет биологии и экологии
6	Метаболизм прокариот	5			5				Факультет биологии и экологии
7	Наследственность и изменчивость. Микроорганизмы и эволюционный процесс.	5			3				Факультет биологии и экологии
8	Основы вирусологии. Многообразие вирусов.	5			3				Факультет биологии и экологии
9	Практическое применение микроорганизмов	5			6				Факультет биологии и экологии
	<b>ИТОГО</b>				36				

## **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** (или лекция общего курса) – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Требования к академической лекции: современный научный уровень и насыщенная информативность, убедительная аргументация, доступная и понятная речь, четкая структура и логика, наличие ярких примеров, научных доказательств, обоснований, фактов.

**Лабораторное занятие** – занятие, посвященное освоению конкретных умений и навыков и закреплению полученных на лекции знаний, в том числе выполнение лабораторных работ.

**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 «Микробиология и вирусология» в LMS Электронный университет Moodle ЯрГУ**, в котором:

- представлены задания для самостоятельной работы обучающихся по темам дисциплины;
- осуществляется проведение отдельных мероприятий текущего контроля успеваемости студентов;
- представлены презентации по отдельным темам дисциплины;
- 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 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)**

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», рекомендуемых для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Общая вирусология с основами таксономии вирусов позвоночных: учебное пособие / А. Сизенцов, А. Плотников, Е. Дроздова и др. - Оренбург: ОГУ, 2012. - 624 с.  
<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=259296>
2. Микробиология и вирусология [электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Сост. Н.В. Шеховцова. - Ярославль: ЯрГУ, 2017. - 63 с.  
<http://www.lib.uniyar.ac.ru/edocs/iuni/20170307.pdf>
3. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: учебник для вузов. - М.: Академия, 2006. - 350 с.

### **б) дополнительная литература**

1. Воробьева Л.И. Археи: учеб. пособие для вузов. - М.: Академкнига, 2007. - 447 с.
2. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология: учебник для вузов. - М.: Академия, 2006. - 462 с.
3. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для вузов / Под ред. А.И. Нетрусова. - М.: Академия, 2005. - 603 с.
4. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: учебник для вузов. - М.: Академия, 2012. - 379 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;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения 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 (персональный компьютер, мультимедийная установка, настенный проекционный экран).

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

Для проведения лабораторных работ используются: световые микроскопы, с набором инструментов, реактивов и расходных материалов, дистиллятор ДЭ-4-02 ЭМО, бокс микробиологической безопасности класс II (тип А2) БАВп-01-"Ламинар-с"-1,2, весы лабораторные, плитка электрическая 1-конфорочная, стерилизатор паровой DGM-200 и др.

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  
«Микробиология и вирусология»**

**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

**Примерные задания для оценки сформированности компетенций (их элементов)**

**Тестовые задания по теме 1 (тест 1)**

ГРУППА ОРГАНИЗМОВ, ОТКРЫТАЯ АНТОНИ ВАН ЛЕВЕНГУКОМ –

- 1) мир бактерий
- 2) мир вирусов
- 3) мир грибов
- 4) мир микроорганизмов
- 5) мир простейших

ОСНОВАТЕЛЬ ИНФЕКЦИОННОЙ МИКРОБИОЛОГИИ –

- 1) Бейеринк
- 2) Виноградский
- 3) Кох
- 4) Левенгук
- 5) Пастер

3. ФАМИЛИЯ УЧЁНОГО, КОТОРЫЙ РАСКРЫЛ ПРИРОДУ «БОЛЕЗНЕЙ ВИНА И ПИВА»

- 1) Бейеринк
- 2) Виноградский
- 3) Кох
- 4) Левенгук
- 5) Пастер

**Тестовые задания по теме 2**

**Тест 2**

Аристотель IV в. до н.э. поделил все живые организмы на царства:

- |                      |                       |
|----------------------|-----------------------|
| 1) <i>Animalia</i>   | 6) <i>Monera</i>      |
| 2) <i>Eukaryotae</i> | 7) <i>Plantae</i>     |
| 3) <i>Fauna</i>      | 8) <i>Prokaryotae</i> |
| 4) <i>Flora</i>      | 9) <i>Protista</i>    |
| 5) <i>Fungi</i>      |                       |

В конце XIX к низшим протистам относили

- 1) бактерий
- 2) всех микроводорослей
- 3) микрогрибов
- 4) микроводорослей без сине-зеленых 5) сине-зеленых водорослей

Правило Рубнера (1893): энергетический обмен животного в покое пропорционален ..... его тела.

Выбрать признаки, характеризующие прокариотный тип клетки:

- 1) клеточная стенка из пептидогликана
- 2) клеточная стенка отсутствует
- 3) ЦПМ единственная
- 4) внутри ЦПМ – элементарные мембраны
- 5) цитоплазматических органелл много
- 6) генетический материал сосредоточен в ядре
- 7) генетический материал представлен одной кольцевой хромосомой
- 8) жгутиков много
- 9) жгутик состоит из белковых субъединиц, образующих спираль
- 10) деление клетки происходит путем митоза

#### Тест 4

1. Раздел таксономии, который занимается правилами присвоения названий описанным объектам, называют  
А. Идентификацией                      В. номенклатурой                      Д. таксономией  
Б. Классификацией                      Г. систематикой
2. Группу фенотипически сходных штаммов, относящихся к одному геномовиду (имеющих уровень сходства геномной ДНК около 70 %; Вайн, 1977) называют  
А. видом, Б. доменом, В. клоном, Г. родом, Д. филумом
3. Культурально-морфологическими признаками являются  
А. использование различных субстратов, отношение к физико-химическим факторам среды, метаболические пути  
Б. морфология клеток и колоний, характер роста на твердых и жидких средах  
В. реакция антиген-антитело, использование специфических фагов  
Г. содержание ГЦ-оснований в мол.%; гибридизация нуклеиновых кислот; анализ нуклеотидной последовательности 16S рРНК  
Д. состав клеточных стенок, структура липидов, жирных кислот, полиаминов и изопреноидных хинонов
4. Назовите 4 эволюционные линии бактерий, имеющие сложную филогенетическую структуру

A1. Crenarchaeota	B8. Nitrospirae	B17. Spirochaetes
A2. Euryarchaeota	B9. Deferribacteres	B18. Fibrobacteres
B1. Aquificae	B10. Cyanobacteria	B19. Acidobacteria
B2. Thermotoga	B11. Chlorobi	B20. Bacteroidetes
B3. Thermodesulfobacteria	B12. Proteobacteria	B21. Fusobacteria
B4. Deinococcus – Thermus	B13. Firmicutes	B22. Verrumicrobia
B5 Chrysiogenetes	B14. Actynobacteria	B23. Dictyoglomi
B6. Chloroflexi	B15. Planctomycetes	
B7. Thermomicrobia	B16. Chlamidiae	

#### 6. Группа актиномицетов

- А. Дифференцируется по способности к спорообразованию
- Б. Дифференцируется по хемотаксономическим признакам
- В. Характеризуется высоким содержанием Г+Ц-оснований
- Г. Является линией грамотрицательных бактерий
- Д. является традиционно признаваемым таксоном
- Е. Является филогенетически однородной группой

#### Тестовые задания по теме 3 (тест 3)

1. Формы бактерий, открытые с помощью электронного микроскопа:

- 1) извитые
- 2) кольцеобразные
- 3) плеоморфные
- 4) стебельковые
- 5) шарообразные

2. Клетки бактерий р. *Pseudomonas* имеют форму

- 1) извитую
- 2) овальную
- 3) палочковидную
- 4) спиральную
- 5) шаровидную

3. Ядро эндоспоры составляет кальциевая соль

- 1) дипиколиновой кислоты
- 2) N-ацетилмурамовой кислоты
- 3) N-ацетилгалактозаминуриновой кислоты
- 4) поли-β-оксимасляной кислоты
- 5) тейхоевой кислоты
- 6) уроновой кислоты

4. В сухом веществе бактериальных клеток доля ЦПМ составляет:

- 1) 1-10 %
- 2) 5-50 %
- 3) 8-15 %
- 4) 20-50 %
- 5) 30-40 %
- 6) 40-90 %

#### Тестовые задания по теме 4 (Тест 5)

1. Питательные среды подразделяют на:

- 1. Ферментативные
- 2. Натуральные

3. Синтетические
  4. Жидкие
  5. Сыпучие
2. Стерилизация питательных сред в автоклаве достигается за счет:
    1. Температуры внутри камеры выше 160°C
    2. Эффекта воздействия «перегретого» пара (110 - 130°C)
    3. Кипячения суспензии
    4. Воздействия пара под повышенным давлением (0,5 – 1 атм)
    5. Длительности воздействия высокой температуры (1,5 – 2 ч)
  3. Для культивирования анаэробов используют:
    1. Анаэростат
    2. Культивирование в высоком столбике МПА
    3. Биологический метод культивирования по Фортнеру
    4. Среды с добавлением окислителей
    5. Аппарат Коха
  4. Удельная скорость роста бактерий  $\mu$ :
    1. Вычисляется по формуле  $\mu = \ln 2/t$
    2. Может быть определена опытным путем
    3. Вычисляется по формуле  $\mu = (\ln B - \ln B_0)/(t - t_0)$
    4. Зависит от концентрации лимитирующего субстрата
    5. Величина, не достаточная для определения скорости роста

### Тестовые задания по теме 5 (Тест 7)

1. Доступность воды для живых организмов определяется таким показателем как
  - А)  $a_w$  (активность воды)
  - Б) гидростатическое давление
  - В) осмотическое давление
  - Г) рН внутри клетки
  - Д) рН среды
2. Супероксиддисмутаза защищает клетку от токсичного действия кислорода по следующему механизму:
  - А)  $R^* + O_2 \rightarrow R + \cdot\cdot O_2$
  - Б)  $2 O_2^{\cdot-} + 2 H^+ \rightarrow O_2 + 2H_2O_2$
  - В)  $OB_1 + H_2O_2 \rightarrow OB_2 + H_2O$
  - Г)  $2H_2O_2 \rightarrow 2H_2O + O_2$
3. Излучение с длиной волны более 1100 нм
  - А) вызывает повреждение ДНК и белков
  - Б) инициирует синтез некоторых макромолекул
  - В) не оказывает биологического действия
  - Г) способствует фототаксису
  - Д) ускоряет движение молекул
4. Термофилами называют микроорганизмов, которые растут при температуре:
  - А) ниже 55 °С
  - Б) 10-60 °С

- В) 60-110 °С
- Г) выше 37 °С
- Д) выше 55 °С

5. Назовите экологические группы, в которые входит *Sulfolobus acidocaldarius* по отношению к температуре – гидростатическому давлению – рН –

6. Найдите для каждого антимикробного вещества механизм действия:

- |                  |   |
|------------------|---|
| А) крезол        | 1) тормозит синтез клеточной стенки                       |
| Б) пенициллин    | 2) нарушает избирательную проницаемость мембраны ЦПМ      |
| В) тетрациклин   | 3) связывает железо, блокируя активность цитохромоксидазы |
| Г) сульфаниламид | 4) препятствует присоединению аминоксил-тРНК к рибосоме   |
| Д) цианид        | 5) действует по другому механизму                         |

### Тестовые задания по теме 6 (Тест 6)

1. К биоэнергетическим процессам, которые поставляют энергию в пригодной для использования форме, относят:
  1. Фотосинтез
  2. Анаболизм
  3. Дыхание
  4. Брожение
  5. Ассимиляцию
2. Брожение осуществляется по путям:
  1. ЦТК
  2. Эмбдена-Мейергофа-Парнаса
  3. Гликолиза
  4. Пентозофосфатному
  5. Превращения углеводов в пировиноградную кислоту
3. Катаболические реакции, общие для дыхательного метаболизма и брожения у прокариот:
  1. Цикл лимонной кислоты
  2. Гликолиз
  3. Пентозофосфатный цикл
  4. Путь Эмбдена-Мейергофа-Парнаса
  5. ЦТК
4. Бактериальный фотосинтез:
  1. Появился на Земле эволюционно вслед за процессом дыхания
  2. Связан с системой пигментов, улавливающих свет
  3. Связан с реакционным центром фотосинтеза
  4. Связан с цепью переноса электронов
  5. Не требует интактных мембранных структур
5. «Железное» дыхание:
  1. Является ассимиляционным процессом сульфатредукции
  2. Осуществляется, когда донором электронов является глюкоза

3. Осуществляется нитратредуктазой, переносящей электрон на Fe(III)
4. Осуществляется железоредуктазой
5. Для многих представителей хемоорганогетеротрофов является дисимбиотическим процессом

6. Фотосинтез у галоархей:

1. Осуществляется при высоких концентрациях O<sub>2</sub> в среде
2. Требуется наличие экзогенного донора в среде
3. Сопровождается выходом протонов бактериородопсина в среду
4. Требуется наличие хлорофиллов в клетках
5. Обеспечивается за счет фикобилипротеинов

**Тестовые задания по теме 7 (Тест 8)**

1. Генотип бактерий:
  1. Формируется при адаптивной изменчивости прокариотных организмов
  2. Совокупность генов, присущих данному организму
  3. Комплекс признаков, наблюдаемых в конкретных условиях среды
  4. Генетическая конституция прокариотных организмов
  5. Зависит от фенотипа бактерий
  
2. Для отбора и выявления мутантов используют:
  1. Визуальный метод
  2. Метод реплик
  3. Флуктуационный тест
  4. Отбор, основанный на разной способности к выживанию
  5. Отбор, основанный на разной способности к скорости роста
  
3. Транзиции:
  1. Замена азотистых оснований в молекуле ДНК в процессе ее выживания
  2. Пара А-Т замещается на пару Г-Ц
  3. Пуриновое основание замещается любым пиримидиновым основанием
  4. Индуцируемые мутации, вызывающие летальные изменения
  5. Пара Г-Ц заменяется на пару А-Т
  
4. Плазмиды:
  1. Необязательные автономные элементы клетки
  2. Несут гены, ответственные за синтез белка в клетке
  3. Представляют собой кольцевые двухцепочечные молекулы ДНК
  4. Не способны к интеграции с хозяйской хромосомой
  5. Не способны к автономной репликации в хозяйской клетке

**Тестовые задания по теме 8 (Тест 9)**

***Выберите все правильные ответы***

1. Вирусы
  - А. могут включать в свой геном гены клетки-хозяина.
  - Б. образуют специальную структуру для переноса своей нуклеиновой кислоты из одной клетки в другую.
  - В. способны синтезировать 2 оболочки.
  - Г. образуют вирионы и вириоды.
  - Д. содержат ферментативно активные белки.

2. Капсид
- состоит из белковых субъединиц.
  - отсутствует у вирусов с кубической симметрией.
  - присутствует у вирусов с любым типом симметрии.
  - не способен взаимодействовать с нуклеиновой кислотой вируса.
  - у ДНК-содержащих вирусов непосредственно взаимодействует с генетическим материалом клетки-хозяина.
3. Процесс репликации двунитевой ДНК вирусов характеризуется
- полуконсервативным механизмом.
  - консервативным механизмом.
  - стадией двух нитей нуклеиновой кислоты.
  - стадией трех нитей нуклеиновой кислоты.
  - стадией четырех нитей нуклеиновой кислоты.

### *II. Установите соответствие*

Для каждого из вирусов, представленных в левом столбце выберите правильный вариант содержащейся в нем нуклеиновой кислоты из правого столбца.

ВИРУС	НУКЛЕИНОВАЯ КИСЛОТА
А. Парвовирусы	1. Двухцепочечная фрагментированная РНК
Б. Вирус гепатита Б	2. Двухцепочечная кольцевая ДНК
В. Реовирусы	3. Одноцепочечная фрагментированная РНК
	4. Одноцепочечная линейная ДНК

### *III. Дополните предложение*

Наименьшее количество вируса, способное вызвать специфическую реакцию, называется

...

## **Перечень вопросов для обсуждения на лабораторных занятиях**

### **Раздел №2**

- Мир микроорганизмов, общие принципы и разнообразие. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, сходство и основные различия.
- Мир прокариот. Бактерии и археи, сходство и отличия.
- Место грамотрицательных и грамположительных бактерий в системе прокариот.
- Филогенетическая и практическая систематики прокариот.
- Основные отделы прокариот, по Мюррею.
- Определитель Берджи, его назначение и структура.
- Общая характеристика филогенетического древа бактерий.
- Структура филогенетического древа архей.

### **Раздел №3**

- Одноклеточные прокариоты, размеры и морфология. Многоклеточные формы прокариот.
- Нуклеоид: состав, организация и репликация. Рибосомы прокариот.
- Клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий, L-формы и микоплазмы.
- Сущность окраски по Граму.
- Клеточная мембрана и внутриклеточные мембранные структуры прокариот.
- Строение, химический состав и функции отдельных компонентов клеток.

7. Газовые вакуоли и другие «необязательные» органеллы бактерий, их значение.
8. Запасные вещества и другие внутриклеточные включения, их значение в жизни прокариот.
9. Капсулы, слизистые слои и чехлы, структура, химический состав, происхождение, функции.
10. Жгутики, расположение, организация, механизм движения. Движение скользящих форм. Реакции таксиса. Пили, их значение.
11. Способы размножения прокариот. Дифференцировка. Эндоспоры и другие покоящиеся формы.
12. Особенности состава и организации архебактерий.

#### **Раздел №4**

1. Пищевые потребности прокариот. Прототрофы и ауксотрофы.
2. Автотрофы и гетеротрофы, сравнительная характеристика.
3. Питательные среды, их характеристика.
4. Принципы составления питательных сред для культивирования бактерий.
5. Особенности культивирования аэробов и анаэробов.

#### **Раздел №5**

1. Методы стерилизации питательных сред и посуды.
2. Строение автоклава.
3. Автоклавирование.
4. Отношение прокариот к температуре, рН, минерализации и другим физико-химическим факторам среды.

#### **Раздел №6**

1. Способы существования прокариот.
2. Перечислить основные этапы катаболизма глюкозы у микроорганизмов. Описать особенности катаболизма анаэробных микроорганизмов.
3. Особенности молочнокислого брожения.
4. Видовое разнообразие молочнокислых бактерий, их роль в природе.
5. Дать определение процессу брожения. Перечислить наиболее известные виды брожения и группы микроорганизмов их вызывающие.
6. Определение процесса дыхания. Перечислить основные виды анаэробного дыхания и группы микроорганизмов, их осуществляющих.
7. Хемолитотрофный способ существования. Особенности метаболизма и дыхательной цепи переноса электронов. Биологический смысл обращенного потока электронов. Группы хемолитоавтотрофных микроорганизмов.
8. Определение процесса фотосинтеза. Виды бактериального фотосинтеза и основные группы фототрофных прокариот
9. Аноксигенный фотосинтез. Общая характеристика процесса. Сравнение фототрофных зубактерий по организации фотосинтетического аппарата и метаболическим возможностям.
10. Фотозависимое получение энергии галофильными археями.
11. Физиолого-биохимические свойства бактерий (использование соединений углерода и азота, отношение к кислороду, образованию внеклеточных ферментов и антибиотиков).

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

### Список примерных вопросов к экзамену по курсу «Микробиология и вирусология»

- 1) Смысл понятия «микроорганизм». Прокариоты и эукариоты, основные черты сходства и различия. Распределение микроорганизмов среди основных царств живой природы. Примеры.
- 2) Предмет микробиологии. Основные этапы развития. Связь с другими науками. Основные направления микробиологии. Задачи современного этапа. Примеры применения микробиологии в решении практических задач.
- 3) Открытие микроорганизмов А. ван Левенгуком. Роль Р. Коха и Л. Пастера в формировании микробиологии.
- 4) Значение работ С.Н. Виноградского, М. Бейеринка, Д. Ивановского, А. Клейвера, К. ван Нила и А. Флеминга в развитии микробиологии.
- 5) Морфология бактерий. Одноклеточные и многоклеточные формы. Представители с типичной и нетипичной морфологией клеток, их распространение в природе. Факторы, определяющие морфологию бактериальных клеток и их размеры. Плеоморфные виды, L-формы.
- 6) Общее строение и химический состав бактериальной клетки. Перечислить «обязательные» и «необязательные» компоненты, назвать их функции. Привести примеры бактерий, обладающих специфическими компонентами.
- 7) Внешние покровы эубактерий: ЦПМ, клеточная стенка, капсулы, слизистые слои, чехлы. Их структура, химический состав и функции. Представители, которым они свойственны.
- 8) ЦПМ бактериальной клетки, ее строение, химический состав, функции. Разнообразие механизмов транспорта питательных элементов и веществ через ЦПМ. Внутриклеточные мембранные структуры бактерий, их разновидности и функции. Примеры микроорганизмов.
- 9) Способы движения прокариот. Жгутики, их строение и расположение. Типы движения, которые они обеспечивают. Особенности локомоторного аппарата спирохет. Скользящее движение. Роль газовых вакуолей и магнитосом в перемещении бактерий. Примеры подвижных и неподвижных бактерий, их распространение в природе.
- 10) Строение генетического аппарата прокариот. Механизм репликации хромосомы. Бинарное и множественное деление бактерий, их разновидности у конкретных представителей. Микроорганизмы со сложным циклом развития.
- 11) Покоящиеся формы прокариот: цисты, в т.ч. микроспоры, экзо- и эндоспоры. Способы их образования у разных представителей, особенности структуры и устойчивости к стрессовым факторам среды. Основные группы бактерий, образующих покоящиеся формы.
- 12) Способы обмена генетической информацией между бактериальными клетками: трансформация, трансдукция и конъюгация. Роль пилей в этих процессах, их строение. Участие вирусов. Примеры.
- 13) Внутрицитоплазматические включения прокариот: функциональные (хлоросомы, фикобилисомы, карбоксисомы), адаптивные (аэросомы, магнитосомы) и запасные. Их строение, химическая природа, условия образования, функции. Микроорганизмы, у которых они формируются.
- 14) Потребности прокариот в питательных веществах и их связь с образом жизни. Авто- и гетеротрофы. Сапро- (копио-) и олиготрофы. Прототрофы и ауксотрофы. Примеры микроорганизмов соответствующих групп.
- 15) Энергетический метаболизм прокариот. Энергетические ресурсы. Две универсальные формы энергии и способы их образования в прокариотной клетке. Хемолитотрофия, хемоорганотрофия, фотолитотрофия и фотоорганотрофия. Миксотрофы. Представители.

- 16) Роль молекулярного кислорода в метаболизме прокариот. Классификация прокариот по отношению к кислороду. Основные группы аэробных и анаэробных микроорганизмов. Конкретные представители. Защитные механизмы прокариотных клеток от токсического действия кислорода.
- 17) Принципы разделения прокариот на психро-, мезо- и термофилы, их подгруппы. Наиболее типичные представители и их распространение в природе. Механизмы психро- и термофилии у прокариот.
- 18) Отношение прокариот к кислотности среды. Нейтрофилы, облигатные и факультативные ацидо- и алкалофилы. Типичные представители и их распространение в природе. Причины актуальности их изучения. Механизмы, позволяющие бактериям жить при экстремальных рН.
- 19) Основные механизмы регуляции биосинтетических и катаболических путей у прокариот. Экзо- и эндоферменты. Конститутивные и индуцибельные ферменты. Аллостерическое ингибирование и репрессия синтеза ферментов конечным продуктом. Координированная, последовательная и смешанная индукция синтеза ферментов и катаболическая репрессия. Примеры.
- 20) Основные параметры роста микробных культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент.
- 21) Определение периодического роста. Кривая роста периодической культуры бактерий, математическое описание и характеристика отдельных фаз.
- 22) Периодическая культура и культура полного вытеснения. Сходство и различие закономерностей роста бактериальной популяции.
- 23) Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост. Возможные причины несбалансированного роста. Синхронные культуры: способы их получения и значение.
- 24) Понятие непрерывного роста. Хемостатная культура, ее возможности при изучении роста бактериальных популяций. Зависимость удельной скорости роста от скорости разбавления и концентрации субстрата. Особенности стационарного состояния.
- 25) Генотип и фенотип прокариот. Плазмиды, транспозоны, мигрирующие элементы, их роль в жизни бактерий. Изменчивость микроорганизмов. Мутационный процесс. Явление диссоциации в жизни прокариот.
- 26) Практическая классификация прокариот. Цель и принципы построения. Структура 9-го издания Определителя бактерий Д. Берджи. Общая характеристика основных разделов.
- 27) Проблемы филогенетической систематики прокариот. Цель и принципы построения. Современная филогенетическая классификация прокариот. Основные домены. Сравнительная характеристика бактерий и архей.
- 28) Археи. Отличительные особенности. Филогенетическое, таксономическое и физиологическое разнообразие. Распространение, роль в природе и жизни человека.
- 29) Общая характеристика домена Bacteria. Наиболее древние и основные эволюционные ветви бактерий, их краткая характеристика.
- 30) Молочнокислородное брожение, его разновидности. Молочнокислые бактерии, особенности их метаболизма, таксономическое и филогенетическое разнообразие. Примеры. Практическое применение.
- 31) Гомоацетогенные бактерии как анаэробы со смешанным типом метаболизма. Соотношение брожения и карбонатного дыхания. Таксономическая и филогенетическая характеристика гомоацетогенных бактерий, их распространение, роль в природе.
- 32) Особенности анаэробного дыхания на примерах серного, железного и фумаратного. Метаболические пути и микроорганизмы их осуществляющие.
- 33) Денитрифицирующие бактерии: общая характеристика, особенности метаболизма, филогенетическое и таксономическое разнообразие, экология (pp. *Rhodospseudomonas*, *Thiobacillus*, *Paracoccus*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Pseudomonas*). Нитратное дыхание, диссимиляционная и ассимиляционная нитратредукция.

- 34) Бактерии, восстанавливающие сульфаты: общая характеристика, особенности метаболизма, филогенетическое и таксономическое разнообразие, экология (pp. *Desulfovibrio*, *Desulfotomaculum*, *Desulfomonas*, *Desulfonema*, *Desulfosarcina*, *Desulfobacter*, *Desulfococcus*). Сульфатное дыхание, диссимиляционная и ассимиляционная сульфатредукция.
- 35) Метанобразующие археи: общая характеристика, особенности метаболизма (роль карбонатного дыхания). Филогенетическая классификация метаногенов. Распространение и роль в биосфере.
- 36) Особенности аэробного дыхания прокариот при окислении многоуглеродных субстратов. Аммонифицирующие и целлюлозоразлагающие бактерии: общая характеристика, особенности метаболизма, таксономическое разнообразие, филогенетическое положение, экология.
- 37) Биолюминесценция как побочный путь дыхания. Светящиеся бактерии, общая характеристика, разнообразие, распространение в природе.
- 38) Метилотрофия. Анаэробное окисление метана. Группы метилотрофных микроорганизмов, их характеристика, распространение в природе и практическое применение.
- 39) Особенности хемолитотрофного способа жизни на примере окисления восстановленных соединений азота. Нитрифицирующие бактерии, общая характеристика, особенности метаболизма, таксономическое разнообразие, филогенетическая принадлежность, экология.
- 40) Особенности хемолитоавтотрофии на примере окисления металлов. Железобактерии: общая характеристика, особенности метаболизма, таксономическое разнообразие, филогенетическое положение, экология.
- 41) Особенности хемолитотрофного способа жизни на примере окисления восстановленных соединений серы. Основные группы серных бактерий и археи, их таксономическое разнообразие, филогения, распространение, роль в биосфере.
- 42) Пурпурные бактерии. Особенности фотосинтеза. Основные таксономические группы, филогенетическое положение, распространение, роль в биосфере.
- 43) Зеленые бактерии. Особенности фотосинтеза. Основные таксономические группы, филогенетическое положение, распространение, роль в биосфере.
- 44) Цианобактерии как один из основных филумов домена Bacteria. Особенности метаболизма (фотосинтез, азотфиксация), систематики, филогении. Биосферная роль цианобактерий.
- 45) Галоархеи. Особенности фотозависимого получения энергии, его значение для их жизнедеятельности. Таксономическая характеристика и филогенетическое положение галоархей, их распространение и роль в биосфере.
- 46) Определение понятия «вирусы». История открытия вирусов. Основные этапы развития вирусологии.
- 47) Специфические методы вирусологии. Связь вирусологии с другими науками. Вклад в развитие современного естествознания. Задачи современного периода.
- 48) Вирусы как особое царство неклеточных форм жизни, основные отличия от микроорганизмов клеточного строения. Другие молекулярные инфекционные агенты: вироиды и прионы. Особенности их строения и размножения.
- 49) Общая характеристика вирионов. Их структура, химический состав. Простые и сложные вирусы. Примеры. Принципы систематики вирусов.
- 50) Бактериофаги. Смысл термина. Классификация, форма и строение фагов. Основные свойства: химический состав, резистентность, антигенность и специфичность.
- 51) Фазы и следствие взаимодействия фага с бактерией. Основные фазы продуктивной инфекции, их краткая характеристика.
- 52) Интегративная инфекция. Умеренные фаги. Профаги. Лизогения. Характеристика лизогенных бактерий. Примеры.

- 53) Происхождение и распространение фагов, их функции в природных биоценозах. Изменчивость фагов и методы ее регистрации. Цикл одиночной репродукции.
- 54) Фитопатогенные вирусы, их распространенность в природе. Таксономия. Вироиды.
- 55) Цикл развития фитопатогенных вирусов. Распространение по растению. Репликация. Особенности сборки вирионов. Псевдовирионы. Цитопатогенное действие. Передача от одного растения другому.
- 56) Онкогенные вирусы. История открытия и таксономическая принадлежность. Вирусогенетические теории новообразований.
- 57) Природа онкогенных вирусов. Биологические особенности. Примеры вирусных новообразований у человека.
- 58) Основные семейства ДНК-содержащих вирусов.
- 59) Основные семейства РНК-содержащих вирусов.
- 60) Характеристика ретровирусов и ретровирусов. Особенности их размножения.
- 61) Методы выделения чистых культур микроорганизмов.
- 62) Определение культуральных, тинкториальных и морфологических свойств бактерий.
- 63) Физиолого-биохимические свойства микроорганизмов, и их практическое значение.
- 64) Воздух как среда выделения микроорганизмов. Микробиологические показатели санитарного состояния воздуха закрытых помещений. Особенности микроорганизмов, выделяющихся из воздуха.
- 65) Нормальная микрофлора человека, её значение в жизни человека. Микрофлора ротовой полости и способы её изучения. Роль микроорганизмов в развитии кариеса зубов.
- 66) Методы определения ферментативной активности микроорганизмов. Роль каталазы и оксидазы в метаболизме бактерий.
- 67) Антибиоз. Антибиотики и механизм их действия. Определение резистентности бактерий к антибиотикам.

#### **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 тестового контроля:**

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: из прокариотологии и вирусологии, и один вопрос практического характера. На подготовку к ответу дается не менее одного 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 микробиологическую терминологию.

**Оценка «Хорошо»** выставляется студенту, ответ которого на экзамене в целом соответствуют 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 излагается в терминах микробиологии, 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 но отвечать отказался.

**Приложение № 2 к рабочей программе дисциплины  
«Микробиология и вирусология»**

**Методические указания для студентов по освоению дисциплины**

Смотрите в учебно-методическом пособии: Вирусология и микробиология / Сост. Н.В. Шеховцова. – Ярославль: ЯрГУ. – 64 с.