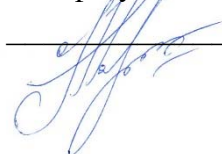


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова**

Кафедра физиологии человека и животных

УТВЕРЖДАЮ

Декан факультета биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«20» мая 2021 г.

**Рабочая программа**  
**«Микробиология»**

Направление подготовки  
06.06.01 Биологические науки

Направленность (профиль)  
«Микробиология»

Форма обучения  
очная

Программа одобрена  
на заседании кафедры  
от «11» мая 2021 года, протокол № 13

Ярославль

**1. Цели освоения дисциплины** – совершенствование и приобретение аспирантами современных знаний, умений и практических навыков по фундаментальной микробиологии.

**2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры**

Дисциплина «Микробиология» является обязательной дисциплиной вариативной части и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по научной специальности 03.02.03 «Микробиология».

Данная дисциплина имеет логические и содержательно-методические взаимосвязи с другими частями ООП, а именно с дисциплинами по выбору «Молекулярная биология прокариот», «Методы исследования нуклеиновых кислот», «Микробные биотехнологии», «Микробиологический контроль», научно-организационной практикой и научными исследованиями.

**3. Планируемые результаты обучения по дисциплине – знания, умения, навыки и (или) опыт деятельности, характеризующие этапы формирования компетенций и обеспечивающие достижение планируемых результатов освоения программы аспирантуры, и критерии их оценивания**

Процесс изучения дисциплины направлен на формирование следующих компетенций:

**Профессиональные компетенции:**

- способностью творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности фундаментальные знания по микробиологии, применять методические навыки исследования процессов выделения, культивирования и идентификации микроорганизмов с использованием современной аппаратуры и вычислительных средств (ПК-1);
- способностью оформлять результаты своей научно-исследовательской деятельности в форме научно-квалификационной работы по научной специальности 03.02.03 Микробиология (ПК-4).

Код компетенции	Планируемые результаты обучения	Критерии оценивания результатов обучения		
		Пороговый уровень	Продвинутый уровень	Высокий уровень
ПК-1	<b>Знать:</b> - фундаментальные основы микробиологии; - способы выделения, культивирования и идентификации микроорганизмов и их автоматизированные и цифровые варианты.	В целом сформированное, но несистематизированное знание способов выделения, культивирования и идентификации микроорганизмов и	В целом сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание способов выделения, культивирования и идентификации микроорганизмов	Сформированное, и систематизированное знание способов выделения, культивирования и идентификации микроорганизмов и их

		их автоматизированных и цифровых вариантов.	и их автоматизированных и цифровых вариантов.	автоматизированных и цифровых вариантов.
	<b>Уметь:</b> - выбирать метод микробиологического исследования, соответствующий поставленной задаче и имеющимся ресурсам; - модифицировать стандартные методы в случае необходимости;	В целом успешное, но недостаточно устойчивое и систематизированное умение выбирать метод микробиологического исследования, соответствующий поставленной задаче и имеющимся ресурсам; модифицировать стандартные	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение выбирать метод микробиологического исследования, соответствующий поставленной задаче и имеющимся ресурсам; модифицировать	Успешное и систематизированное умение выбирать метод микробиологического исследования, соответствующий поставленной задаче и имеющимся ресурсам; модифицировать стандартные методы в случае
	<b>Владеть:</b> - опытом проведения микробиологических научных исследований с использованием современного оборудования; - навыком обработки экспериментальных данных с применением вычислительной техники.	В целом успешное, но недостаточно устойчивое и систематизированное владение опытом проведения микробиологических научных исследований с использованием современного оборудования; навыком обработки экспериментальных данных с применением вычислительной техники.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение опытом проведения микробиологических научных исследований с использованием современного оборудования; навыком обработки экспериментальных данных с применением вычислительной	В целом успешное и систематизированное владение опытом проведения микробиологических научных исследований с использованием современного оборудования; навыком обработки экспериментальных данных с применением вычислительной техники.
<b>ПК-4</b>	<b>Знать:</b> - требования к оформлению отчетов о НИР и публикаций; - требования к оформлению научно-квалификационной работы по научной специальности.	В целом сформированное, но несистематизированное знание требований к оформлению отчетов о НИР и публикаций; требований к оформлению научно-квалификационной	В целом сформированное, но содержащее отдельные пробелы знание требований к оформлению отчетов о НИР и публикаций; требований к оформлению научно-квалификационно	Сформированное, и систематизированное знание требований к оформлению отчетов о НИР и публикаций; требований к оформлению научно-квалификационной работы по

		работы по научной специальности.	й работы по научной специальности.	научной специальности.
	<b>Уметь:</b> - представлять полученные экспериментальные данные в виде тезисов докладов и статей, отчетов по НИР	В целом успешное, но недостаточно устойчивое и систематизированное умение представлять полученные экспериментальные данные в виде тезисов докладов и статей, отчетов по НИР	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы умение представлять полученные экспериментальные данные в виде тезисов докладов и статей, отчетов по НИР	В целом успешное и систематизированное умение представлять полученные экспериментальные данные в виде тезисов докладов и статей, отчетов по НИР
	<b>Владеть:</b> - навыками оформления отчетов по НИР; - опытом оформления результатов экспериментов в виде публикаций.	В целом успешное, но недостаточно устойчивое и систематизированное владение навыками оформления отчетов по НИР; опытом оформления результатов экспериментов в виде публикаций.	В целом успешное, но содержащее отдельные пробелы владение навыками оформления отчетов по НИР; опытом оформления результатов экспериментов в виде публикаций.	В целом успешное и систематизированное владение навыками оформления отчетов по НИР; опытом оформления результатов экспериментов в виде публикаций.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 6 зачетных единиц, 216 акад. часов

Дисциплина изучается в течение четырех семестров. Формой итоговой промежуточной аттестации по дисциплине в последнем семестре ее изучения является кандидатский экзамен.

№ п/п	Темы (разделы) дисциплины, их содержание	Семестр	Виды учебных занятий и их трудоемкость (в академических часах)					Формы текущего контроля успеваемости
			лекции	практические	лабораторные	консультации	самостоятельная работа	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	Возникновение и развитие	2	1				12	реферат

	микробиологии							
2.	Систематика микроорганизмов	2	1				18	реферат
3.	Морфология, строение и развитие	2	1				12	реферат
4.	Наследственность и изменчивость	2	1				12	реферат
						2	12	<b>зачет</b>
	<b>Всего за второй семестр</b>		<b>4</b>			<b>2</b>	<b>66</b>	
5.	Культивирование и рост	3	2				16	реферат
6.	Питание	3	2				16	реферат
								<b>зачет</b>
	<b>Всего за третий семестр</b>		<b>4</b>				<b>32</b>	
7.	Метаболизм	4	4				30	реферат
						2		<b>зачет</b>
	<b>Всего за четвертый семестр</b>		<b>4</b>			<b>2</b>	<b>30</b>	
8.	Действие физических и химических факторов	5	2				10	реферат
9.	Микроорганизмы в природе	5	1				10	реферат
10.	Микроорганизмы в хозяйственной деятельности и медицине	5	1				10	реферат
						2	36	<b>Кандидатский экзамен</b>
	<b>Всего за пятый семестр</b>		<b>4</b>			<b>2</b>	<b>66</b>	
	<b>Всего</b>		<b>16</b>			<b>6</b>	<b>194</b>	

### Содержание разделов дисциплины:

#### 1. Возникновение и развитие микробиологии

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

История микробиологии. Открытие микроорганизмов. Значение работ Л. Пастера, Р. Коха. С.Н. Виноградского, Д.И. Ивановского, М. Бейеринка, Л. Клейвера, А. Флеминга. Развитие отечественной микробиологии. Главные направления развития современной микробиологии. Основные методы микробиологических исследований.

#### 2. Систематика микроорганизмов

Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, сходство и основные различия. Принципы классификации прокариотных и эукариотных микроорганизмов. Правила номенклатуры и идентификации. Методы классификации на основе определения последовательности 16S рНК и ДНК-ДНК гибридизации. Применение нуклеиновых микрочипов для систематики микроорганизмов. Характеристика отдельных групп бактерий, архей и эукарий.

#### 3. Морфология, строение и развитие

Микроскопические методы изучения микроорганизмов. Исследования живых и фиксированных объектов. Прокариотные микроорганизмы. Одноклеточные, многоклеточные бактерии, размеры и морфология бактерий. Строение, химический состав и функции отдельных компонентов клеток. Слизистые слои, S-слои, капсулы и чехлы. Строение клеточных стенок Грам-положительных и Грам-отрицательных бактерий. L-

формы и микоплазмы. Жгутики и пили, расположение, организация, механизм действия. Движения скользящих форм. Реакции таксиса. Клеточная мембрана и внутриклеточные мембранные структуры. Ядерный аппарат, рибосомы. Газовые вакуоли, запасные вещества и другие внутриклеточные включения. Способы размножения, дифференцировка, эндоспоры и другие покоящиеся формы. Особенности состава и организация клеток архей.

Эукариоты. Морфология дрожжей, мицелиальных грибов, микроформ водорослей, простейших. Химический состав и функции отдельных компонентов клетки. Циклы развития и размножение.

#### **4. Наследственность и изменчивость**

Наследственная и ненаследственная изменчивость, мутационная природа изменчивости. Частота мутантов и типы мутаций. Спонтанный и индуцированный мутагенезы. Популяционная селекция различных мутантов. Применение мутантов микроорганизмов. Трансформация, трансдукция, конъюгация, рекомбинация и генетический анализ у фагов. Плазмиды, транспозоны, использование вирусов и плазмид в генетической инженерии. Рекомбинация у эукариот, половой и парасексуальный процессы, цитоплазматическая наследственность.

#### **5. Культивирование и рост**

Накопительные и чистые культуры. Основные типы сред. Культивирование аэробных и анаэробных микроорганизмов, метод Хангейта. Рост отдельных микроорганизмов и популяций (культур). Сбалансированный и несбалансированный рост. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Закономерности роста чистых культур при периодическом выращивании. Рост микроорганизмов при непрерывном культивировании. Синхронные культуры, способы получения и значение.

#### **6. Питание**

Основные биоэлементы и микроэлементы, типы питания микроорганизмов. Фототрофия и хемотрофия, автотрофия и гетеротрофия, литотрофия и органотрофия. Сапрофиты и паразиты. Прототрофы и ауксотрофы. Ростовые вещества. Диффузия и транспорт. Использование микроорганизмами высокомолекулярных соединений и веществ, нерастворимых в воде. Эндо- и экзоцитоз у эукариот. Соединения углерода и азота, используемые микроорганизмами. Азотфиксация. Способность микроорганизмов использовать разные соединения серы и фосфора. Потребность в железе, магнии и других элементах.

#### **7. Метаболизм**

Энергетические процессы. Способы обеспечения энергией. Фотосинтез и хемосинтез. Переносчики электронов и электронтранспортные системы, их способности у разных микроорганизмов. Молочнокислое гомо- и гетероферментативное брожение, пропионовокислое, маслянокислое, ацетонобутиловое, спиртовое и другие брожения. Формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Полное и неполное окисление. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла. Краткая характеристика важнейших микроорганизмов, участвующих в аэробном окислении белков, углеводов, углеводородов и других многоуглеродных веществ. Микроорганизмы–метилотрофы. Светящиеся бактерии. Окисление неорганических соединений: группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы. Анаэробные дыхания. Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании. Диссимиляционная нитратредукция и денитрификация. Сульфат- и серуредукторы. Метаногены, их особенности. Ацетогены. Путь Вуда-Льюнгдала. Фототрофные прокариотные и эукариотные микроорганизмы. Состав, организация и функции их фотосинтезирующего аппарата. Фотосинтез с выделением и без выделения молекулярного кислорода. Использование световой энергии галоархеями. Биосинтетические процессы, ассимиляция углекислоты. Рибулозобисфосфатный цикл, ассимиляция формальдегида метилотрофами.

Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта. Ассимиляционная нитратредукция, фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Пути ассимиляции аммония. Ассимиляционная сульфатредукция. Синтез основных биополимеров, биосинтез порфириновых соединений, вторичные метаболиты.

Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма, регуляция синтеза ферментов. Индукция и репрессия. Регуляция активности ферментов, аллостерические ферменты и эффекторы, ковалентная модификация ферментов, аденилатный контроль и энергетический заряд клетки.

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

Радиация, характер ее действия на микроорганизмы. Фотореактивация и темновая репарация. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Психрофилы, мезофилы и термофилы. Механизмы, позволяющие микробам жить при экстремальных температурах. Барофилы. Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды ( $a_w$ ). Особенности осмофилов и галофилов. Механизмы устойчивости к осмотическому стрессу. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Возможные причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы. Ацидофилы, нейтрофилы и алкалофилы. Природа антимикробных веществ и области их применения. Мутагены, механизмы их действия и устойчивости к ним.

#### **9. Микроорганизмы в природе**

Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах, взаимосвязь циклов. Роль физиологических групп микроорганизмов в катализе этапов циклов. Ведущая роль цикла углерода, продукция и деструкция в цикле органического углерода, связь с циклом неорганического углерода и циклом кислорода. Цикл азота, группы организмов, участвующие в нем. Цикл серы: серобактерии и сульфидогены. Цикл железа. Самоочищение водотоков. Очистные сооружения и микробные сообщества в них. Морская микробиология. Сообщества микроорганизмов, трофические связи в сообществах. Анаэробное сообщество как модель трофических связей, межвидовой перенос водорода и формиата, синтрофия. Первичные анаэробы и вторичные анаэробы. Экология микроорганизмов, формирование состава атмосферы. Парниковые газы, метаногенез, бактериальный газовый фильтр. Водная микробиология, озеро как модель водной экосистемы. Циклы веществ в водоемах. Геологическая микробиология, роль микроорганизмов в выщелачивании пород и формировании коры выветривания. Цикл кальция и карбонатов, рудообразование. Почвенная микробиология, структура почвы и характерные условия обитания микроорганизмов в почве. Влажность и почвенный воздух, связь микроорганизмов с растениями, ризосфера. Роль мицелиальных организмов в почве, микориза, гумусообразование. Роль микроорганизмов в формировании характерных типов почв, самоочищение почвы. Палеобактериология и эволюция биосферы в докембрии, реликтовые сообщества. Филогения микроорганизмов, основанная на изучении последовательностей 16 S рРНК, симбиогенез.

#### **10. Микроорганизмы в хозяйственной деятельности и медицине**

Использование микроорганизмов для получения пищевых и кормовых продуктов, химических реактивов и лекарственных препаратов. Применение в сельском хозяйстве, при выщелачивании металлов из руд, очистке стоков и получении топлива.

### **5. Образовательные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Учебный курс построен на сочетании лекционных занятий и самостоятельной работы аспирантов.

**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.

**Самостоятельная работа** студентов включает использование библиотечного фонда и электронно-библиотечной системы, подготовку рефератов по темам с использованием журналов «Микробиология», «Экология», «Прикладная микробиология и биохимия», «Биотехнология» и др. Предусмотрено проведение собеседований по темам; обсуждение научных данных по итогам освоения каждой темы; обсуждение рефератов. В период самостоятельной подготовки студенты имеют возможность обсудить заданные вопросы с преподавателем.

## **6. Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень лицензионного программного обеспечения и информационных справочных систем (при необходимости).**

В процессе осуществления образовательного процесса используются:

- для формирования текстов материалов для промежуточной и текущей аттестации – программы Microsoft Office;
- для поиска учебной литературы библиотеки ЯрГУ – Автоматизированная библиотечная информационная система «БУКИ-NEXT» (АБИС «Буки-Next»).

## **7. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимый для освоения дисциплины**

### **а) основная литература**

1. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. Часть 1 [Электронный ресурс] : учебник для бакалавриата и магистратуры. М.: Юрайт, 2017. 333 с. URL: <https://biblio-online.ru/book/9BFAB8C4-38B2-4590-B1D2-BB0428C6CDD2>
2. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебник для бакалавриата и магистратуры. М.: Юрайт, 2017. 312 с. URL: <https://biblio-online.ru/book/9BFAB8C4-38B2-4590-B1D2-BB0428C6CDD2>

### **б) дополнительная литература**

1. Белоусова Р.В., Преображенская Э.А., Третьякова И.В. Ветеринарная вирусология: учебник для вузов. М.: КолосС, 2007. 423 с.
2. Воробьева Л. И. Археи: учеб. пособие для вузов. М.: Академкнига, 2007. 447с.
3. Определитель бактерий Брдж. В 2-х т./ под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейнли, С. Уилльямса. М.: Мир, 1997.
4. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А.И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.
5. Современная микробиология: прокариоты: учебник для вузов / под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. В 2-х т. М.: Мир, 2005.
6. Стейниер Р., Эдельберг Э., Ингрэм Дж. Мир микробов. В 3-х т. М.: Мир, 1979.
7. Шлегель Г.Г. История микробиологии. М.: Едиториал УРСС. 2002. 304 с.
8. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987. 563 с.

## **8. 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 групповых и индивидуальных консультаций,



- учебные аудитории для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации;

- помещения для самостоятельной работы;

- помещения для хранения и профилактического обслуживания оборудования.

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

Число посадочных мест в лекционной аудитории больше либо равно списочному составу потока.

Автор

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



Н.В. Шеховцова

**Оценочные средства  
для проведения текущей и/или промежуточной аттестации аспирантов  
по дисциплине**

**1. Типовые контрольные задания или иные материалы,  
необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности,  
характеризующих этапы формирования компетенций**

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

**Список вопросов к экзамену (примерный):**

1. Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль и современной биологии. Краткая история развития микробиологии: классики и современники. Значение микроорганизмов в природных процессах, в народном хозяйстве и здравоохранении.
2. Методы исследования микроорганизмов в их историческом развитии. Новые технологии для решения проблем главных направлений развития современной микробиологии.
3. Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Сравнительная характеристика вирусов, прокариот и эукариот. Сходство и основные различия бактерий и архей, их практическое значение.
5. Принципы классификации микроорганизмов. Практическая и филогенетическая систематики. Структура Определителя Берджи. Методы фенотипической идентификации прокариот.
6. Филогенетическая систематика прокариот, история ее развития. Современное определение вида в микробиологии. Полифазная таксономия, правила идентификации прокариот в соответствии с её правилами.
7. Характеристика домена Bacteria, мажорные и минорные ветви филогенетического древа, их краткая характеристика и основные представители.
8. Характеристика домена Archea. Краткая характеристика основных царств архей, культивируемые и некультивируемые представители.
9. Строение бактериальных клеток: обязательные и необязательные компоненты, их химический состав и функции.
10. Поверхностные структуры прокариотных клеток, их функции и компонентный состав у бактерий и архей.
11. Способы размножения и дифференцировки прокариот. Покоящиеся формы, их строение и функции. Примеры бактерий со сложным жизненным циклом.
12. Наследственность и изменчивость прокариот. Рекомбинантные процессы у прокариот, их разнообразие и биологическое значение. Диссоциация прокариот, ее причины и отличие от других форм изменчивости.
13. Питание прокариот. Роль процессов транспорта ионов и молекул в питании, структура транспортных систем. Принципы составления питательных сред, их классификация. Прототрофы и ауксотрофы. Регуляция ферментативной активности ферментов конструктивного метаболизма.
14. Рост отдельных клеток и их популяций в микробиологии. Сбалансированный и несбалансированный рост. Особенности культивирования аэробных и анаэробных

- микроорганизмов. Основные параметры роста микробных культур, их биологический смысл.
15. Закономерности периодического роста бактериальной культуры. Кривая периодического роста, ее основные фазы и их физиологическая характеристика.
  16. Закономерности непрерывного роста: культура полного вытеснения и хемостатная культура, их краткая характеристика, возможности и ограничения управления микробным ростом.
  17. Общая схема метаболизма хемоорганогетеротрофов: гликолиз, цикл трикарбонных кислот (цикл Кребса) и цепи транспорта электронов. Две формы хранения энергии в клетке, биологический смысл их сосуществования. Переносчики электронов в цепях транспорта электронов, их свойства и функции. Сходство и различие в структуре и функционировании дыхательных и фотосинтетических цепей.
  18. Брожение. Общая характеристика процессов брожения. Разнообразие процессов брожения у прокариот. Общая характеристика основных процессов брожения и микроорганизмов, их осуществляющих.
  19. Дыхание прокариот. Общая характеристика процессов дыхания, их разнообразие. Особенности аэробного и анаэробного дыхания, органо- и литотрофии. Обратный поток электронов, его биологическое значение у хемотрофов.
  20. Фотосинтез прокариот. Особенности фотосинтетических путей у бактерий, краткая характеристика основных групп фотосинтетиков. Особенности фотозависимого получения энергии галоархеями, его биологическое значение. Общая характеристика галоархей.
  21. Азотфиксация, стехиометрия процесса. Общая характеристика азотфиксаторов: свободноживущих, ассоциативных и симбиотических. Чувствительность азотфиксаторов к кислороду, механизмы защиты нитрогеназы. Определение интенсивности азотфиксации.
  22. Метаногенез, разнообразие химических путей, сходство с ацетогенезом (путь Вуд-Льюнгдала). Основные метаболические и таксономические группы метаногенов.
  23. Активность воды и жизнедеятельность микроорганизмов. Отношение прокариот к осмотическому давлению и минерализации, соответствующие экологические группы и их престаители. Природа осмо- и галофилии.
  24. Влияние электромагнитных излучений на рост и развитие микроорганизмов. Фотореактивация и темновая репарация. Строение фотосинтетического аппарата у разных групп прокариот.
  25. Отношение разных групп прокариот к температуре. Природа термофилии и психрофилии. Примеры.
  26. Влияние pH на жизнедеятельность прокариот. Адаптации к экстремально высоким и экстремально низким значениям pH у бактерий и архей. Примеры.
  27. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Возможные причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы.
  23. Цикл углерода. Основные группы прокариот, усваивающие биополимеры, их роль в природе. Фиксация CO<sub>2</sub>. Особенности функционирования круговорота углерода в водоемах и наземных экосистемах. Основные группы организмов его осуществляющие.
  24. Цикл азота. Основные группы организмов его осуществляющие. Специфические этапы, осуществляемые прокариотами. Азотфиксация и метаболизм аммония. Ассимиляционная и диссимиляционная нитратредукция, их значение в метаболизме прокариот.
  25. Цикл серы. Основные группы организмов его осуществляющие. Специфические этапы, осуществляемые прокариотами. Метаболизм серы. Ассимиляционная и диссимиляционная сульфатредукция, их значение в метаболизме прокариот.
  26. Циклы железа и марганца. Основные группы микроорганизмов их осуществляющие, распространение в природе. Примеры.
  27. Анаэробное сообщество как модель трофических связей, межвидовой перенос водорода и формиата, синтрофия. Первичные анаэробы и вторичные анаэробы.

28. Роль микроорганизмов в формировании состава атмосферы. Парниковые газы, метаногенез, бактериальный газовый фильтр.
29. Роль прокариот в продуктивности и самоочищении водоемов. Биохимическая очистка сточных вод .
30. Гео- и палеомикробиология: предмет и задачи, сравнительная характеристика методов. Фундаментальное и прикладное значение.

## **1.2 Контрольные задания и иные материалы, используемые в процессе текущей аттестации**

В качестве средств текущего контроля используется собеседование, а также написание в течение семестра одного реферата на выбранную тему.

### **Вопросы для собеседования по темам 1 – 4 (семестр 2)**

1. Как были открыты микроорганизмы?
2. Какие виды микроскопирования существуют в настоящее время?
3. Какие ученые сделали наиболее существенные открытия с помощью микроскопии.
4. Изучение физиологии микроорганизмов. Работы Л. Пастера, С.Н. Виноградского, А. Клейвера и К. ван Ниля, их вклад в развитие представлений о разнообразии и общности процессов метаболизма в живой природе.
5. Назовите наиболее известных отечественных ученых и опишите их вклад в развитие микробиологии.
6. Дайте характеристику микробиологическим методам исследования, назовите ученых, которые их разработали.
7. Проблемы классификации микроорганизмов и способы их решения в ходе развития микробиологии. Правила номенклатуры и таксономии микроорганизмов.
8. Практическая классификация прокариот. Структура Определителя Берджи, ее особенности.
9. Филогенетическая систематика прокариот, ее молекулярно-биологическая основа, роль в развитии представлений об эволюции прокариот.
10. Полифазная таксономия, ее преимущества и проблемы.
11. Характеристика основных групп бактерий.
12. Характеристика основных групп архей.
13. Опишите одноклеточных и многоклеточных бактерии, их размеры и морфологию. Типичная и нетипичная форма прокариот.
14. Перечислите отдельные компоненты клеток, опишите их строение, химический состав и функции.
15. Как устроены клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий и архей?
16. Опишите строение и химический состав ЦПМ бактерий и архей. Какова его роль в хемотаксономии. Функции ЦПМ в метаболизме прокариотных клеток.
17. Что собой представляют слизистые слои, S-слои, капсулы и чехлы? Опишите их функции у разных видов прокариот.
18. Что представляют собой микоплазмы и L-формы? Общая характеристика и значение в природе.
19. Способы движения прокариот, строение и функционирование их локомоторных структур.
20. Способы размножения и дифференцировки прокариот. Эндоспоры и другие покоящиеся формы, их строение и функции.
21. Общая характеристика наследственности и изменчивости прокариот.

## Примерные темы рефератов по разделам 1-4

1. Идентификационная характеристика определенной таксономической группы прокариот, изучаемой аспирантом.
2. Биоразнообразие в микробном сообществе, изучаемом аспирантом, и идентификационная характеристика его членов.
3. История изучения различных взаимоотношений между микроорганизмами (антибиоза, симбиоза), изучаемых аспирантом, и характеристика взаимодействующих видов.

## Вопросы для собеседования по темам 5 – 6 (семестр 3)

1. Дайте определение накопительной культуре. Расскажите, кто разработал метод получения накопительных культур, его значение в микробиологических исследованиях.
2. Что представляет собой чистая культура микроорганизмов? Кто и каким образом получил первую чистую культуру? Фундаментальное и практическое значение чистых культур.
3. Опишите условия культивирования аэробных микроорганизмов и методы их создания.
4. Опишите условия культивирования анаэробных микроорганизмов и методы их создания.
5. В чем состоит различие в понятиях рост микробной клетки и рост микробной культуры? С чем имеют дело микробиологи на практике?
6. Что понимают под сбалансированным ростом микроорганизмов? Приведите примеры несбалансированного роста.
7. Основные параметры роста культур: время генерации, удельная скорость роста, выход биомассы, экономический коэффициент. Дайте их определения и укажите единицы измерения.
8. Опишите закономерности роста чистых культур при периодическом культивировании. Сопоставьте фазы роста культуры и фазы жизненного цикла отдельной клетки.
9. Выведите математическое выражение зависимости удельной скорости роста культуры от концентрации субстрата в среде.
10. Выведите математическое уравнение определения экономического коэффициента по субстрату.
11. Выведите уравнение экспоненциального роста культуры.
12. Культура полного вытеснения, ее возможности в описании непрерывного роста микроорганизмов.
13. Хемостатная культура, особенности ее функционирования.
14. Математическая модель хемостатного роста микробных культур.
15. Опишите возможности управляемого культивирования в хемостате и его модификациях.
16. Гетерогенность популяций. Синхронные культуры, способы их получения и практическое значение.
17. Химический и элементный состав микробной массы, их значение для условий культивирования микроорганизмов.
18. Биогенные, макро- и микроэлементы, их значение для метаболизма микробных клеток.
19. Опишите типы питания микроорганизмов: фототрофия и хемотрофия, автотрофия и гетеротрофия, литотрофия и органотрофия. Приведите примеры микроорганизмов с соответствующим типом питания.
20. Каковы пищевые потребности сапротрофов и паразитов, прототрофов и ауксотрофов. Фундаментальное и практическое значение целенаправленного получения ауксотрофных штаммов.
21. Пути поступления питательных веществ в клетки. Системы транспорта.
22. Способы использования микроорганизмами высокомолекулярных соединений и веществ, нерастворимых в воде.

23. Способы удовлетворения микроорганизмами потребности в азоте. Азотфиксация, ее глобальное значение.
24. Потребности микроорганизмов в сере, способы их удовлетворения.
25. Потребности микроорганизмов в фосфоре, железе, магнии и других элементах.

### **Примерные темы рефератов по разделам 5-6**

1. Способы культивирования прокариот определенной таксономической или метаболической группы, изучаемой аспирантом.
2. Способы культивирования микробного сообщества, изучаемого аспирантом.
3. Разработка методов получения чистых культур микроорганизмов, изучаемых аспирантом.

### **Вопросы для собеседования по теме 7 (семестр 3)**

1. Энергетические процессы в микробных клетках. Способы обеспечения энергией. Две формы энергии в клетке, их функции.
2. Опишите основные переносчики в цепях транспорта электронов, их свойства, порядок расположения. Сравните фотосинтетические и хемосинтетические цепи переноса электронов.
3. Дайте определение брожения. Опишите молочнокислое гомо- и гетероферментативное брожение, пропионовокислое, маслянокислое, ацетонобутиловое, спиртовое и другие брожения, их энергетический выход и эффективность запасаения энергии.
4. Опишите формы участия молекулярного кислорода в окислении разных субстратов. Объясните, что означает полное и неполное окисление.
5. Какова роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла в энергетическом метаболизме прокариот?
6. Дайте краткую характеристику важнейшим микроорганизмам, участвующим в аэробном окислении белков, углеводов, углеводородов и других многоуглеродных веществ.
7. Дайте метаболическую и таксономическую характеристику микроорганизмам-метилотрофам. Опишите их экологическое и практическое значение.
8. Светящиеся бактерии, общая характеристика и особенности энергетического метаболизма. Механизм биолюминесценции.
9. Окисление неорганических соединений: группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы.
10. Определение анаэробного дыхания. Доноры и акцепторы электронов, используемые разными микроорганизмами при анаэробном дыхании. Роль обращенного потока электронов при хемолитотрофии.
11. Диссимиляционная нитратредукция и денитрификация, распространение в мире прокариот, экологическое значение.
12. Способы получения энергии сульфат- и серуредукторами. Общая характеристика, распространение в природе, экологическое значение. Ассимиляционная сульфатредукция.
13. Метаногены, их особенности. Общая характеристика метаногенных архей. Значение метана в биосфере.
14. Ацетогены, способы получения энергии. Путь Вуда-Льюнгдала. Распространение в природе, экологическое значение.
15. Фототрофные прокариоты. Состав, организация и функции их фотосинтезирующего аппарата. Фотосинтез с выделением и без выделения молекулярного кислорода. Общая характеристика аноксигенных фотосинтезирующих бактерий.
16. Использование световой энергии галоархеями. Особенности механизма, физиологическое значение.

17. Биосинтетические процессы, ассимиляция углекислоты. Рибулозобисфосфатный цикл, ассимиляция формальдегида метилотрофами.
18. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта.
19. Ассимиляционная нитратредукция, фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Пути ассимиляции аммония.
20. Синтез основных биополимеров прокариотами.
21. Биосинтез порфириновых соединений, вторичные метаболиты, их физиологическое и экологическое значение для микроорганизмов.
22. Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма в прокариотной клетке. Регуляция синтеза ферментов: индукция и репрессия.
23. Регуляция активности ферментов, аллостерические ферменты и эффекторы, ковалентная модификация ферментов, аденилатный контроль и энергетический заряд клетки.

### **Примерные темы рефератов по разделу 7**

1. Метаболическая характеристика определенной таксономической или физиологической группы прокариот, которую изучает аспирант.
2. Особенности метаболизма микроорганизмов в иммобилизованном состоянии.
3. Синтетические способности микроорганизмов (на примере группы, изучаемой аспирантом) и их применение в биотехнологиях.
4. Энергетические способности микроорганизмов (на примере группы, изучаемой аспирантом) и их применение в биотехнологиях.

### **Вопросы для собеседования по темам 8 – 10 (семестр 5)**

1. Радиация, характер ее действия на микроорганизмы. Фотореактивация и темновая репарация.
2. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Психрофилы, мезофилы и термофилы. Механизмы, позволяющие микробам жить при экстремальных температурах.
3. Барофилы. Устойчивость микроорганизмов к высушиванию.
4. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды ( $a_w$ ). Особенности осмофилов и галофилов. Механизмы устойчивости к осмотическому стрессу.
5. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Возможные причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы.
6. Ацидофилы, нейтрофилы и алкалофилы.
7. Природа антимикробных веществ и области их применения.
8. Мутагены, механизмы их действия и устойчивости к ним.
9. Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах, взаимосвязь циклов. Роль физиологических групп микроорганизмов в катализе этапов циклов.
10. Ведущая роль цикла углерода, продукция и деструкция в цикле органического углерода, связь с циклом неорганического углерода и циклом кислорода.
11. Цикл азота, группы организмов, участвующие в нем.
12. Цикл серы: серобактерии и сульфидогены.
13. Цикл железа.
14. Самоочищение водотоков. Очистные сооружения и микробные сообщества в них. Морская микробиология.
15. Сообщества микроорганизмов, трофические связи в сообществах. Анаэробное сообщество как модель трофических связей, межвидовой перенос водорода и формиата, синтрофия. Первичные анаэробы и вторичные анаэробы.
16. Экология микроорганизмов, формирование состава атмосферы. Парниковые газы, метаногенез, бактериальный газовый фильтр.

17. Водная микробиология, озеро как модель водной экосистемы. Циклы веществ в водоемах.
18. Геологическая микробиологии, роль микроорганизмов в выщелачивании пород и формировании коры выветривания. Рудообразование.
19. Морская микробиология. Цикл кальция и карбонатов,
20. Почвенная микробиология, структура почвы и характерные условия обитания микроорганизмов в почве. Влажность и почвенный воздух, связь микроорганизмов с растениями, ризосфера.
21. Роль мицелиальных организмов в почве, микориза, гумусообразование.
22. Роль микроорганизмов в формировании характерных типов почв, самоочищение почвы.
23. Палеобактериология и эволюция биосферы в докембрии, реликтовые сообщества.
24. Филогения микроорганизмов, основанная на изучении последовательностей 16 S рРНК, симбиогенез.
25. Использование микроорганизмов для получения пищевых и кормовых продуктов, химических реактивов и лекарственных препаратов. Применение в сельском хозяйстве, при выщелачивании металлов из руд, очистке стоков и получении топлива.

### **Примерные темы рефератов по разделам 8-10**

1. Экология и практическое применение определенной группы микроорганизмов, изучаемой аспирантом.
2. Особенности экологии видов микробного сообщества (по выбору студента).
3. Вода как среда обитания микроорганизмов. Практическое и экологическое значение водных прокариот.
4. Почва как среда обитания микроорганизмов. Экологическое и практическое значение почвенных прокариот.
5. Подпочвенные горизонты как среда обитания микроорганизмов. Экологическое и практическое значение подземных микроорганизмов.
6. Палеобактериология. Современные представления об эволюции биосферы. Реликтовые сообщества.



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

Основной формой изложения учебного материала по дисциплине «Микробиология» являются лекции. Для успешного освоения дисциплины очень важно самостоятельное изучение большого количества теоретического материала. Основной материал разбирается на лекциях, при необходимости по наиболее трудным темам проводятся дополнительные консультации. Для решения научных задач при выполнении экспериментальных работ необходимо знать и понимать лекционный материал. Поэтому в процессе изучения дисциплины рекомендуется регулярное повторение пройденного лекционного материала. Материал, законспектированный на лекциях, необходимо дома еще раз прорабатывать и при необходимости дополнять информацией, полученной на консультациях или из учебной литературы.

Большое внимание должно быть уделено выполнению домашней работы. В качестве заданий для самостоятельной работы дома аспирантам предлагается подготовить реферат на выбранную тему.

Для проверки и контроля усвоения теоретического материала, приобретенных практических навыков экспериментальной работы, в течение обучения проводятся мероприятия текущей аттестации в виде собеседования. Также проводятся консультации по разбору наиболее трудных вопросов рассматриваемых разделов.

В конце изучения дисциплины во втором, третьем и четвертом семестрах аспиранты сдают зачет. Он проходит в форме собеседования и включает обсуждение трех теоретических вопросов. В конце пятого семестра аспиранты сдают кандидатский экзамен по специальности. Экзамен также проходит в форме собеседования и включает обсуждение трех теоретических вопросов, один из которых отражает тематику диссертационной работы аспиранта. Таким образом, для успешного освоения дисциплины посещение всех аудиторных занятий является совершенно необходимым. Без упорных и регулярных занятий в течение четырех семестров сдать зачеты и кандидатский экзамен по итогам изучения дисциплины аспиранту практически невозможно.

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

1. Белоусова Р.В., Преображенская Э.А., Третьякова И.В. Ветеринарная вирусология: учебник для вузов. М.: КолосС, 2007. 423 с.
2. Воробьева Л. И. Археи: учеб. пособие для вузов. М.: Академкнига, 2007. 447с.
3. Воробьева Л.И. Техническая микробиология: Учеб. пособие. М.: МГУ, 1987. 167 с.
4. Госманов Р.Г. Ветеринарная вирусология: учебник для вузов. М.: КолосС, 2006. 304 с.
5. Готтшалк Г.А. Метаболизм бактерий. М.: Мир, 1982. 310 с.
6. Громов Б.Д. Строение бактерий: учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1983. 190 с.
7. Громов Б.Д., Павленко Г.В. Экология бактерий: Учеб. пособие. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1989. 246 с.
8. Гусев М. В., Минеева Л.А. Микробиология : учебник для вузов. М.: Академия, 2006. 462 с.
9. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках: учеб. пособие. М.: Высшая школа, 1994. 455 с.
10. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология: учеб. пособие. М.: Агропромиздат, 1992. 337 с.

11. Жарикова Г.Г. Микробиология продовольственных товаров. Санитария и гигиена: учебник для вузов. М.: Академия, 2005. 300 с.
12. Жизнь микробов в экстремальных условиях. М.: Мир, 1982. 520 с.
13. Заварзин Г.А. Природоведческая микробиология. М.: Книжный дом Университет, 2001. 256 с.
14. Звягинцев Д.Г. Почва и микроорганизмы. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1987. 255 с.
15. Кондратьева Е.Н., Максимова И.В., Самуилов В.Д. Фототрофные микроорганизмы: учеб. пособие. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1989. 375 с.
16. Методы общей бактериологии / Под ред. Ф. Герхарда и др.: В 3 т. М.: Мир, 1984.
17. Нетрусов А.И. Введение в биотехнологию: учебник для студ. учреждений высш. образования. М.: Академия, 2014. 281 с.
18. Нетрусов А. И., Котова И.Б. Микробиология: учебник для вузов. М.: Академия, 2006. 350 с.
19. Общая вирусология: учебник для вузов / Под ред. Ю.З. Гендона. М.: Мир, 1981. 680 с.
20. Основы медицинской бактериологии, вирусологии и иммунологии: учеб. пособие для вузов / Под ред. Г.М. Шуба. М.: Логос, 2003. 264 с.
22. Паников Н.С. Кинетика роста микроорганизмов. Общие закономерности и экологические приложения. М.: Наука, 1991. 301 с.
23. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М.: Мир, 1978. 331 с.
24. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под ред. А.И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.
25. Промышленная микробиология: учеб. пособие / Под ред. Н.С. Егорова. М.: Высш. шк., 1989. 686 с.
26. Современная микробиология: прокариоты: учебник для вузов / под ред. Й. Ленгелера, Г. Дрекса, Г. Шлегеля. В 2 т. М.: Мир, 2005.
27. Стейниер Р., Эдельберг Э., Ингрэм Дж. Мир микробов: В 3 т. М.: Мир, 1979.
28. Хемосинтез / Под ред. М.В. Иванова. М.: Наука, 1989. 255 с.
29. Шлегель Г.Г. История микробиологии. М.: Едиториал УРСС. 2002. 304 с.
30. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987. 563 с.