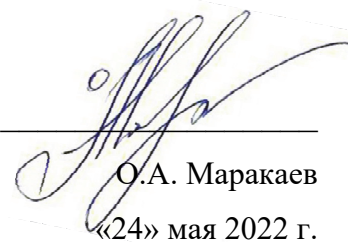


**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
**Федеральное государственное бюджетное образовательное**  
**учреждение высшего образования**  
**«Ярославский государственный университет им. П.Г. Демидова»**

Кафедра ботаники и микробиологии

УТВЕРЖДАЮ  
Декан факультета  
биологии и экологии



О.А. Маракаев  
«24» мая 2022 г.

**Рабочая программа дисциплины**

«Специальная дисциплина в соответствии с темой диссертации на соискание ученой  
степени кандидата наук»

программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
по научной специальности 1.5.11 Микробиология

Форма обучения очная

Программа одобрена на заседании кафедры  
ботаники и микробиологии  
от «15» апреля 2022 года, протокол № 10

Ярославль

### **1. Цели освоения дисциплины:**

Целью освоения дисциплины является усвоение аспирантами теоретических основ жизнедеятельности микроорганизмов: наследственности, изменчивости, метаболизма; изучение механизмов регуляции обмена веществ и основных закономерностей взаимодействия микроорганизмов с окружающей средой; формирование у аспирантов научного представления об эволюции микроорганизмов и их роли в биосфере.

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

Данная дисциплина является обязательной для освоения и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по специальной дисциплине в соответствии с темой диссертации на соискание ученой степени кандидата наук по научной специальности 1.5.11 Микробиология по отрасли наук: биологические.

### **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**

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

Знать:

- теоретические основы жизнедеятельности микроорганизмов: морфологии, физиологии, биохимии, генетики, наследственности, изменчивости, метаболизма;
- закономерности взаимоотношений микроорганизмов с окружающей средой и живыми организмами, распространения в природе, взаимодействия с факторами внешней среды и живыми организмами, их роли в круговороте веществ;
- способы выделения, культивирования и идентификации микроорганизмов, их автоматизированные и цифровые варианты.

Уметь:

- выделять, культивировать и определять микроорганизмы;
- выбирать метод микробиологического исследования, соответствующий поставленной задаче и имеющимся ресурсам;
- модифицировать стандартные методы в случае необходимости;

Владеть:

- методами исследований жизнедеятельности микроорганизмов на различных уровнях организации – субклеточном, организменном, популяционном, биоценотическом;
- микробиологическими методами исследований в прикладных отраслях растениеводства, ветеринарии, медицины и биотехнологий.

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

Общая трудоемкость дисциплины составляет 8 зачетных единиц, 288 акад. часов.

№ 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	самостоятель- ная работа	Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
1	Возникновение и развитие микробиологии	2	1				15	собеседование
2.	Систематика микроорганизмов	2	1				24	собеседование
3.	Морфология, строение и развитие	2	1				15	собеседование
4.	Наследственность и изменчивость	2	1				12	собеседование реферат
	<b>Всего за второй семестр</b>		<b>4</b>			<b>2</b>	<b>66</b>	<b>72</b>
5.	Культивирование и рост	3	2				34	собеседование
6.	Питание	3	2				34	собеседование реферат
	<b>Всего за третий семестр</b>		<b>4</b>				<b>68</b>	<b>72</b>
7.	Метаболизм	4	4				68	собеседование реферат
	<b>Всего за четвертый семестр</b>		<b>4</b>				<b>68</b>	<b>72</b>
8.	Действие физических и химических факторов	5	2				16	собеседование
9.	Микроорганизмы в природе	5	1				16	собеседование
10.	Микроорганизмы в хозяйственной деятельности и медицине	5	1				16	собеседование реферат
							18	<b>Кандидатский экзамен</b>
	<b>Всего за пятый семестр</b>		<b>4</b>			<b>2</b>	<b>66</b>	<b>72</b>
	<b>Всего 288 час.</b>		<b>16</b>			<b>4</b>	<b>268</b>	

#### Содержание разделов дисциплины:

##### 1. Возникновение и развитие микробиологии

Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в 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 мутагенез. 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**

Радикация, 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 формата, 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**

В процессе обучения используются следующие образовательные технологии:

**Вводная лекция** – дает первое целостное представление о дисциплине и ориентирует студента в системе изучения данной дисциплины. 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 литературы.

**Академическая лекция с элементами лекции-беседы** – последовательное изложение материала, осуществляемое преимущественно в виде монолога преподавателя. Элементы лекции-беседы обеспечивают контакт преподавателя с аудиторией, что позволяет привлекать внимание аспирантов к наиболее важным темам дисциплины, активно вовлекать их в учебный процесс, контролировать темп изложения учебного материала в зависимости от уровня его восприятия.

**Проблемная лекция** – изложение материала, предполагающее постановку проблемных и дискуссионных вопросов, освещение различных научных подходов, связанные с различными моделями интерпретации изучаемого материала. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. В лекции сочетаются проблемные и информационные начала. При этом процесс познания аспирантом в сотрудничестве и диалоге с преподавателем приближается к поисковой, исследовательской деятельности.

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

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

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

- представлены задания для самостоятельной работы аспирантов по темам дисциплины;
- представлен список литературы, рекомендуемой для освоения дисциплины;
- представлена информация о форме и времени проведения консультаций по дисциплине в случае их проведения в дистанционном формате в режиме онлайн.

### **6. 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, 2022. 315 с.  
[lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=2451260&cat\\_cd=URAIT](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2451260&cat_cd=URAIT)
2. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика. Часть 2 [Электронный ресурс] : учебник для бакалавриата и магистратуры. М.: Юрайт, 2022 332 с.  
[lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=2450793&cat\\_cd=URAIT](http://lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2450793&cat_cd=URAIT)

#### **б) дополнительная литература**

1. Белоусова Р.В., Преображенская Э.А., Третьякова И.В. Ветеринарная вирусология: учебник для вузов. М.: КолосС, 2007. 423 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=361356&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=361356&cat_cd=YARSU)
2. Воробьева Л. И. Археи: учеб. пособие для вузов. М.: Академкнига, 2007. 447 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=361364&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=361364&cat_cd=YARSU)
3. Егоров Н.С. Основы учения об антибиотиках: учебник для вузов. М.: МГУ:Наука, 2004. 525 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=322304&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=322304&cat_cd=YARSU)
4. Ившина И.Б., Криворучко А.В., Куюкина М.С. Биоразнообразие и систематика микроорганизмов: учебное пособие. Пермь: ПГНИУ, 2019. 303 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=2551634&cat\\_cd=YARSU3](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2551634&cat_cd=YARSU3)
5. Ившина И.Б. Большой практикум «Микробиология» 6 учебное пособие для вузов. СПб.: проспект Науки, 2014. 108 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=2304988&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2304988&cat_cd=YARSU)
6. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология. М.: Академия, 2012. 379 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=1827559&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1827559&cat_cd=YARSU)
7. Определитель бактерий Берджи. В 2-х т./ под ред. Дж. Хоулта, Н. Крига, П. Снита, Дж. Стейнли, С. Уилльямса. М.: Мир, 1997.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=2010753&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2010753&cat_cd=YARSU)
8. Перт С.Дж. Основы культивирования микроорганизмов и клеток. М.: Мир, 1978. 331 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=2012442&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2012442&cat_cd=YARSU)
9. Практикум по микробиологии: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / Под. ред. А.И. Нетрусова. М.: Академия, 2005. 608 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=317114&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=317114&cat_cd=YARSU)
10. Современная микробиология: прокариоты: учебник для вузов / под ред. Й. Ленгелера, Г. Древса, Г. Шлегеля. В 2-х т. М.: Мир, 2005.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=351881&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=351881&cat_cd=YARSU)  
(Т.1)  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=351878&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=351878&cat_cd=YARSU)  
(Т.2)
11. Стейниер Р., Эдельберг Э., Ингрэм Дж. Мир микробов. В 3-х т. М.: Мир, 1979.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=2012574&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=2012574&cat_cd=YARSU)
12. Шлегель Г.Г. История микробиологии. М.: Едиториал УРСС. 2002. 304 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=300643&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=300643&cat_cd=YARSU)
13. Шлегель Г. Общая микробиология. М.: Мир, 1987. 563 с.  
[http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk\\_cat\\_card.php?rec\\_id=1061769&cat\\_cd=YARSU](http://www.lib.uniyar.ac.ru/opac/bk_cat_card.php?rec_id=1061769&cat_cd=YARSU)

#### **в) ресурсы сети «Интернет» (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)

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

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

- учебные аудитории для проведения лекций;
- учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций;
- учебные аудитории для проведения промежуточной аттестации;
- помещения для самостоятельной работы.

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

Автор

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

Н.В. Шеховцова



**Приложение №1 к рабочей программе дисциплины**  
**«Специальная дисциплина в соответствии с темой диссертации**  
**на соискание ученой степени кандидата наук»**  
**по научной специальности 1.5.11 Микробиология**

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

**1. Контрольные задания и (или) иные материалы,**  
**используемые в процессе текущего контроля успеваемости**

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

**Список вопросов для собеседования по темам 2-го семестра:**

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 Нила, 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.

### Список вопросов для собеседования по темам 3-го семестра:

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.

### Список вопросов для собеседования по темам 4-го семестра:

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.

### **Список вопросов для собеседования по темам 5-го семестра:**

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:**

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), изучаемыми аспирантом, и характеристика взаимодействующих видов.
4. Способы культивирования прокариот определенной таксономической или метаболической группы, изучаемой аспирантом.
5. Способы культивирования микробного сообщества, изучаемого аспирантом.
6. Разработка методов получения чистых культур микроорганизмов, изучаемых аспирантом. Метаболическая характеристика определенной таксономической или физиологической группы прокариот, которую изучает аспирант.
7. Особенности метаболизма микроорганизмов в иммобилизованном состоянии.
8. Синтетические способности микроорганизмов (на примере группы, изучаемой аспирантом) и их применение в биотехнологиях.
9. Энергетические способности микроорганизмов (на примере группы, изучаемой аспирантом) и их применение в биотехнологиях.
10. Экология и практическое применение определенной группы микроорганизмов, изучаемой аспирантом.
11. Особенности экологии видов микробного сообщества (по выбору студента).
12. Вода как среда обитания микроорганизмов. Практическое и экологическое значение водных прокариот.
13. Почва как среда обитания микроорганизмов. Экологическое и практическое значение почвенных прокариот.
14. Подпочвенные горизонты как среда обитания микроорганизмов. Экологическое и практическое значение подземных микроорганизмов.
15. Палеобактериология. Современные представления об эволюции биосферы. Реликтовые сообщества.

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

Кандидатский экзамен по специальной дисциплине проводится устно по экзаменационным билетам.

Каждый экзаменационный билет содержит три вопроса.

На подготовку к ответу дается от 60 до 120 минут.

### **Список вопросов к экзамену:**

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 Archaea. 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 трикарбоновых 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. Обращенный 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 Вуда-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 представители. 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.