

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:

И.о. проректора по учебной  
работе, качеству образования –  
первого проректора



Хагуров Т.А.

« 30 » мая 2025 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Б1.В.ДВ.03.02 СОВРЕМЕННАЯ СИСТЕМАТИКА ПРОКАРИОТ

Направление подготовки/специальность 06.04.01 Биология

Направленность (профиль) / Микробиология и биологические технологии

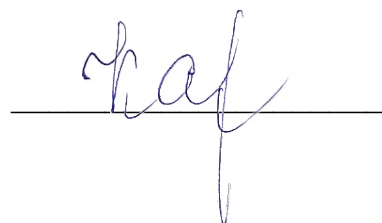
Форма обучения очная

Квалификация магистр

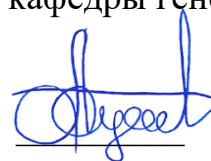
Краснодар 2025

Рабочая программа дисциплины «Современная систематика прокариот» составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки 06.04.01 Биология

Программу составил:  
Э.В. Карасева, доцент, к.б.н.



Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры генетики, микробиологии и биохимии  
протокол № 9 «24» апреля 2025 г.  
Заведующий кафедрой Худокормов А.А.



Утверждена на заседании учебно-методической комиссии биологического факультета  
протокол № 8 «25» апреля 2025 г.  
Председатель УМК факультета Букарева О.В.



Рецензенты:

Кремнёва О.Ю. Заведующая лабораторией фитосанитарного мониторинга агроэкосистем ФГБНУ ФНЦ БЗР, кандидат биологических наук

Кустов С.Ю. зав. кафедрой зоологии ФГБОУ ВО КубГУ доктор биологических наук

## **1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).**

### **1.1 Цель освоения дисциплины.**

Целью освоения дисциплины "Современная систематика прокариот" является формирование у студентов компетенций в производственной деятельности и пропаганда знаний, направленных на развитие способностей творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов микробиологических дисциплин.

### **1.2 Задачи дисциплины.**

Задачи освоения дисциплины – сформировать у студентов:

способность планировать и проводить мероприятия по оценке состояния микробного биоразнообразия природной среды, ознакомить студентов с принципами филогенетической систематики микроорганизмов и в соответствии с этим филогенетического разнообразия прокариот, в том числе некультивируемых, ознакомить студентов с этапами развития и методическими подходами, применяемыми в систематике прокариот, изложить перечень и характеристики основных таксономических групп прокариот.

### **1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.**

Дисциплина "Современная систематика прокариот" относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Изучению курса «Современная систематика прокариот» предшествуют дисциплины, необходимые для ее изучения, такие как «Микробная биогеохимия», «Получение продуктов микробного синтеза», «Современные проблемы биологии». Данная дисциплина является основной для общепрофессиональной и профессиональной деятельности магистра микробиологии, позволяющей проводить оценку систематической принадлежности микроорганизмов и оценивать их роль в экосистеме

### **1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы**

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

| Код и наименование индикатора                                                                                                                                                                                                           | Результаты обучения по дисциплине                                                                                                            |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-5 Способен анализировать результаты полевых и лабораторных биологических, экологических исследований, использовать современную аппаратуру и вычислительные комплексы, осуществлять биологический контроль, биологическую экспертизу. |                                                                                                                                              |
| ИПК 5.1. Знает и владеет экспериментальными методами исследований и экологического контроля.                                                                                                                                            | Знает традиционную и современную филогенетическую систематику бактерий.                                                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                         | Умеет использовать знания систематики прокариот в своей профессиональной деятельности.                                                       |
|                                                                                                                                                                                                                                         | Владеет методами оценки микробного разнообразия                                                                                              |
| ИПК 5.2. Умеет анализировать результаты экспериментов и использовать полученные данные в природоохранной деятельности.                                                                                                                  | Знает роль представителей разных таксонов в биосферной деятельности                                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                         | Умеет анализировать и систематизировать полученные в результате исследования данные                                                          |
|                                                                                                                                                                                                                                         | Владеет навыками поиска научной информации, статей в учебных пособиях, периодических изданиях и сети Интернет.                               |
| ИПК 5.3. Владеет методами экологического контроля и способен проводить экологическую экспертизу.                                                                                                                                        | Знает принципы классификации прокариот; правовые основы использования микробиологических препаратов для охраны природы и природопользования. |
|                                                                                                                                                                                                                                         | Умеет организовать мероприятия по рациональному природопользованию, оценке и восстановлению биоресурсов                                      |
|                                                                                                                                                                                                                                         | Владеет классическими микробиологическими методами исследований для оценки состояния экосистем                                               |

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

## 2. Структура и содержание дисциплины

### 2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зачетных единиц (108 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

| Виды работ                                                                                                                                                                          | Всего часов                          | Форма обучения   |                  |                  |                  |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------|------------------|------------------|------------------|------------------|
|                                                                                                                                                                                     |                                      | очная            |                  | очно-заочная     | заочная          |
|                                                                                                                                                                                     |                                      | 3 семестр (часы) | X семестр (часы) | X семестр (часы) | X семестр (часы) |
| <b>Контактная работа, в том числе:</b>                                                                                                                                              | <b>28,2</b>                          | <b>28,2</b>      |                  |                  |                  |
| <b>Аудиторные занятия (всего):</b>                                                                                                                                                  |                                      |                  |                  |                  |                  |
| занятия лекционного типа                                                                                                                                                            | 14                                   | 14               |                  |                  |                  |
| лабораторные занятия                                                                                                                                                                |                                      |                  |                  |                  |                  |
| практические занятия                                                                                                                                                                | 14                                   | 14               |                  |                  |                  |
| семинарские занятия                                                                                                                                                                 |                                      |                  |                  |                  |                  |
| <b>Иная контактная работа:</b>                                                                                                                                                      |                                      |                  |                  |                  |                  |
| Контроль самостоятельной работы (КСР)                                                                                                                                               | -                                    |                  |                  |                  |                  |
| Промежуточная аттестация (ИКР)                                                                                                                                                      | 0,2                                  | 0,2              |                  |                  |                  |
| <b>Самостоятельная работа, в том числе:</b>                                                                                                                                         | <b>79,8</b>                          | <b>79,8</b>      |                  |                  |                  |
| Реферат (подготовка)                                                                                                                                                                | 4                                    | 4                |                  |                  |                  |
| Выполнение индивидуальных заданий (подготовка сообщений, презентаций)                                                                                                               | 4                                    | 4                |                  |                  |                  |
| Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка занятиям, коллоквиумам и т.д.) | 57,8                                 | 57,8             |                  |                  |                  |
| Подготовка к текущему контролю                                                                                                                                                      | 14                                   | 14               |                  |                  |                  |
| <b>Контроль:</b>                                                                                                                                                                    | <b>-</b>                             | <b>-</b>         |                  |                  |                  |
| Подготовка к экзамену                                                                                                                                                               | -                                    | -                |                  |                  |                  |
| <b>Общая трудоёмкость</b>                                                                                                                                                           | <b>час.</b>                          | <b>108</b>       | <b>108</b>       |                  |                  |
|                                                                                                                                                                                     | <b>в том числе контактная работа</b> | <b>28,2</b>      | <b>28,2</b>      |                  |                  |
|                                                                                                                                                                                     | <b>зач. ед</b>                       | <b>3</b>         | <b>3</b>         |                  |                  |

### 2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины.

Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма обучения).

| №  | Наименование разделов (тем)                                                                              | Количество часов |                   |    |    |                      |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|-------------------|----|----|----------------------|
|    |                                                                                                          | Всего            | Аудиторная работа |    |    | Внеаудиторная работа |
|    |                                                                                                          |                  | Л                 | ПЗ | ЛР |                      |
| 1. | Базовые представления о систематике. Основные концепции и методы, применяемые в классификации прокариот. | 15               | 2                 | 2  | -  | 11                   |
| 2. | Экологическое и филогенетическое разнообразие прокариот                                                  | 15               | 2                 | 2  | -  | 11                   |

|                                       |                                                                       |      |    |    |   |      |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------|------|----|----|---|------|
| 3.                                    | Филум Actinobacteria.                                                 | 15   | 2  | 2  | - | 11   |
| 4.                                    | Филум Proteobacteria.                                                 | 15   | 2  | 2  | - | 11   |
| 5.                                    | Филум Firmicutes                                                      | 15   | 2  | 2  | - | 11   |
| 6.                                    | Домен Archaea.                                                        | 15   | 2  | 2  | - | 11   |
| 7.                                    | Другие филумы грамотрицательных и лишенных клеточной стенки бактерий. | 17,8 | 2  | 2  | - | 13,8 |
| ИТОГО по разделам дисциплины          |                                                                       |      | 14 | 14 | - | 79,8 |
| Контроль самостоятельной работы (КСР) |                                                                       | -    |    |    |   |      |
| Промежуточная аттестация (ИКР)        |                                                                       | 0,2  |    |    |   |      |
| Подготовка к текущему контролю        |                                                                       | -    |    |    |   |      |
| Общая трудоемкость по дисциплине      |                                                                       | 108  |    |    |   |      |

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

## 2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

### 2.3.1 Занятия лекционного типа

| №  | Наименование раздела (темы)                                                                              | Содержание раздела (темы)                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                               | Форма текущего контроля |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Базовые представления о систематике. Основные концепции и методы, применяемые в классификации прокариот. | Составные части систематики: классификация, идентификация, номенклатура. Номенклатура прокариот. Понятие валидности. Иерархия таксонов, сходство и различия с ботаническими и зоологическими кодексами. Системы классификации бактерий. Каталогизация как базовый подход в классификации бактерий. Полифазная таксономия как интегральный подход к классификации. Критерии вида; концепции вида у прокариот. Международные юридические кодексы. История классификации бактерий. Системы Красильникова и Тахтаджяна. Определители Берги, 1927-2007 гг. The Prokaryotes. Методы идентификации прокариот.                                                                                                                                                                                                                  | Устный опрос            |
| 2. | Экологическое и филогенетическое разнообразие прокариот                                                  | Сравнение систематик эукариот и прокариот. Трудности в классификации бактерий. Исторический подход в бактериологии; периоды развития. Молекулярно-генетический подход к классификации. Создание филогенетической системы. Методы изучения микробного разнообразия. Участие бактерий различных филумов в цикле азота и серы. Многообразие прокариот. Некультивируемые формы. Практическое значение важнейших групп бактерий в природе и жизни человека.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Устный опрос            |
| 3. | Филум Actinobacteria.                                                                                    | Филум Actinobacteria. Общая характеристика, эволюционные связи с другими бактериями. Особенности морфологии, жизненных циклов. Роль в природе и жизни человека, важнейшие представители. Подпорядок Corynebacterineae, или "миколовая группа". Хемотаксономические свойства; экологические ниши. Важнейшие свободноживущие и патогенные представители. Подпорядок Micrococccineae. Общая характеристика, важнейшие представители. Подпорядок Streptomycineae. Общая характеристика, хемотаксономические свойства. Распространение в природе, особенности морфологии, способы размножения. Важнейшие роды. Практическое значение стрептомицетов. Подпорядок Bifidobacteriales. Морфологические и физиологические свойства; механизм брожения. Практическое значение. Современные базы данных для идентификации бактерий. | Устный опрос            |
| 4. | Филум Proteobacteria.                                                                                    | Филум Proteobacteria. Общая характеристика, происхождение и эволюция. Морфология, механизмы подвижности; строение клетки. Способы жизни; основные характеристики энергетического обмена. Экологическая роль. Класс Alphaproteobacteria. Общая характеристика; основные порядки. Порядок Rhizobiales. Общая характеристика. Наиболее значимые семейства. Фототрофные аноксигенные бактерии. Их общие свойства. Пигменты фотосинтезирующих бактерий и их                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  | Устный опрос            |

|    |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |              |
|----|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------|
|    |                                 | <p>локализация в клетке. Экологические группы фототрофных бактерий и их характеристика. Порядок <i>Rickettsiales</i>. Общая характеристика морфологических и физиологических свойств. Важнейшие представители, играющие роль в патологии человека и животных. Класс <i>Betaproteobacteria</i>. Общая характеристика класса, важнейшие представители. Способы жизни, особенности метаболизма. Порядок <i>Neisseriales</i>. Чехольчатые и стебельковые бактерии. Общая характеристика. Свободноживущие и патогенные аэробные бетапротейобактерии; рода <i>Alcaligenes</i>, <i>Burkholderia</i>, <i>Comamonas</i>, <i>Spirillum</i>, <i>Bordetella</i>. Филум <i>Nitrospira</i>. Хемолитотрофные сероокисляющие бетапротейобактерии. Особенности метаболизма, адаптации к среде обитания. Экологическая роль, значение для промышленности и биотехнологии. Род <i>Thiobacillus</i>. Класс <i>Gammaproteobacteria</i>. Общая характеристика; морфология, способы жизни. Важнейшие представители и экологические группы. Грамотрицательные аэробные палочки и кокки. Механизм энергетического обмена. Характеристика порядка <i>Enterobacteriales</i>. Характеристика семейства <i>Enterobacteriaceae</i>. Особенности обмена веществ энтеробактерий. Методики, используемые для дифференциации родов. Класс <i>Deltaproteobacteria</i>. Общая характеристика; особенности морфологии и метаболизма; экологические группы. Скользящие бактерии, образующие плодовые тела. Порядок <i>Mycococcales</i>. Общая характеристика. Хищные дельтапротейобактерии; порядок <i>Bdellovibrionales</i>, род <i>Bdellovibrio</i>. Порядки сульфатредуцирующих дельтапротейобактерий. Род <i>Desulfurivibrio</i>.</p> |              |
| 5. | Филум Firmicutes                | <p>Филум Firmicutes. Общая характеристика. Порядок Lactobacillales. Класс Clostridia. Порядок Lactobacillales. Грамположительные аспорогенные палочковидные и кокковидные бактерии. Семейства Lactobacillaceae и Streptococcaceae. Физиологические особенности молочнокислых бактерий. Типы и механизм молочнокислого брожения. Патогенные представители. Класс Clostridia. Общая характеристика, морфология, спорообразование. Методы культивирования. Важнейшие представители. Свободноживущие сахаролитические клостридии. Механизмы брожения. Роль в природе. Пептолитические хищные клостридии. Механизмы патогенеза, вызываемые заболеваниями. Неспорообразующие клостридии. Синтрофические бактерии филума. Свойства неспорообразующих клостридий, свободноживущих и патогенных. Семейства Peptococcaceae, Peptostreptococcaceae. Синтрофические грамположительные бактерии на примере Syntrophomonas. Бактерии, ассоциированные со жвачными животными на примере Selenomonas. Филум Tenericutes. Микоплазмы. История открытия и изучения. Особенности морфологии. Методы культивирования. Классификация микоплазм. Создание биопрепаратов на основе микроорганизмов или продуктов их метаболизма. Примеры и применение в России и за рубежом.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Устный опрос |
| 6. | Домен Archaea.                  | <p>Филумы Euryarchaeota, Crenarchaeota., Korarchaeota. Nanoarchaeota, Lokiarchaeota. Характеристика филумов. Филум Euryarchaeota. Класс Methanobacteria. Бактерии, образующие метан. Морфологические и физиологические особенности и экологическое значение метанообразующих бактерий. Класс Halobacteria. Филум Crenarchaeota. Сульфатредуцирующие и экстремофильные археи. Микробиологические методы мониторинга состояния почвенной и водной среды. Разработка планов мероприятий по ликвидации последствий возможных аварий и экологического ущерба с помощью микробных биопрепаратов.</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | Устный опрос |
| 7. | Другие филумы грамотрицательных | <p>Филум Spirochaetae. Строение их тела и характеристика основных родов. Филум Bacteroidetes. Общая характеристика, основные</p>                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                    | Устный опрос |

|                                       |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 |  |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
| и лишенных клеточной стенки бактерий. | <p>группы. Класс Bacteroidia. Грамотрицательные анаэробные бактерии. Общая характеристика, среда обитания. Класс Flavobacteria. Скользящие бактерии, не образующие плодовых тел. Класс Flavobacteria и его свойства, класс Sphingobacteria; особенности метаболизма и экологии Филум Chlamydiae. Характеристика морфологических и физиологических свойств. Жизненный цикл. Заболевания, вызываемые хламидиями. Филум Chlorobi как зеленые серные бактерии. Морфология, строение клетки; механизм фотосинтеза. Роль в фотосинтетических сообществах. Филум Chloroflexi. зеленые несерные бактерии. Морфология, строение клетки; механизм фотосинтеза. Экологические ниши. Филум Deinococcus-Thermus. Морфология, строение клетки. Адаптации к среде обитания. Род Deinococcus. Филум Cyanobacteria. Классификация, основные характеристики. Роль в биосфере.</p> |  |
|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|

### 2.3.2 Практические занятия

| №  | Наименование раздела (темы)                                                                              | Тематика занятий/работ                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | Форма текущего контроля |
|----|----------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|
| 1. | Базовые представления о систематике. Основные концепции и методы, применяемые в классификации прокариот. | Современные системы классификации прокариот. Номенклатура прокариот. МКНБ. Определение систематического положения таксонов по определителю Берги (1997). Современные базы данных для хранения культур микроорганизмов, базы данных информации о нуклеиновых кислотах и белках прокариот. Всероссийская коллекция микроорганизмов.                                                                                                                                                                                                                   | К                       |
| 2. | Экологическое и филогенетическое разнообразие прокариот                                                  | Характеристика домена Bacteria в сравнении с доменами Archaea и Eukaria. Известное и реальное разнообразие бактерий. Практическое значение важнейших групп бактерий в природе и жизни человека. Проблема некультивируемых форм.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     | К                       |
| 3. | Филум Actinobacteria.                                                                                    | Филум Actinobacteria. Подпорядок Streptomycineae. Общая характеристика, хемотаксономические свойства. Распространение в природе, особенности морфологии, способы размножения. Значение представителей этого филума в биотехнологии.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                 | К                       |
| 4. | Филум Proteobacteria.                                                                                    | Филум Proteobacteria. Класс Alphaproteobacteria. Общая характеристика; основные порядки. Порядок Rhizobiales. Класс Betaproteobacteria. Чехольчатые и стебельковые бактерии. Общая характеристика. Класс Gammaproteobacteria. Характеристика семейства Enterobacteriaceae. Особенности обмена веществ энтеробактерий. Методики, используемые для дифференциации родов. Класс Deltaproteobacteria. Порядки сульфатредуцирующих дельтапротеобактерий. Род Desulfurivibrio. Культивирование протеобактерий в лабораторных условиях. Экологическая роль | К                       |
| 5. | Филум Firmicutes                                                                                         | Класс Gammaproteobacteria. Характеристика семейства Enterobacteriaceae. Особенности обмена веществ энтеробактерий. Методики, используемые для дифференциации родов. Класс Deltaproteobacteria. Порядки сульфатредуцирующих дельтапротеобактерий. Род Desulfurivibrio. Создание биопрепаратов на основе микроорганизмов или продуктов их метаболизма.                                                                                                                                                                                                | К                       |
| 6. | Домен Archaea.                                                                                           | Основные различия архей и бактерий. Симбиотическая теория происхождения эукариот. Молекулярно-генетические и хемотаксономические характеристики архей. Участие архей в биогеохимических циклах. Значение открытия Lokiarchaeota. Двухдоменная                                                                                                                                                                                                                                                                                                       | К, Р                    |

|    |                                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |      |
|----|----------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
|    |                                                                      | концепция живого мира. Классификация, основные характеристики. Микробиологические методы мониторинга состояния почвенной и водной среды. Разработка планов мероприятий по ликвидации последствий возможных аварий и экологического ущерба с помощью микробных биопрепаратов.                                                                                                                                                                          |      |
| 7. | Другие филумы грамтрицательных и лишенных клеточной стенки бактерий. | Спирохеты (филум Spirochaetae). Строение их тела и характеристика основных родов. Филум Bacteroidetes. Общая характеристика, основные группы. Филум Chloroflexi. зеленые несерные бактерии. Морфология, строение клетки; механизм фотосинтеза. Экологические ниши. Филум Deinococcus-Thermus. Морфология, строение клетки. Адаптации к среде обитания. Род Deinococcus. Филум Cyanobacteria. Классификация, основные характеристики. Роль в биосфере. | К, Р |

Защита лабораторной работы (ЛР), выполнение курсового проекта (КП), курсовой работы (КР), расчетно-графического задания (РГЗ), написание реферата (Р), эссе (Э), коллоквиум (К), тестирование (Т) и т.д.

### 2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы – не предусмотрены

### 2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

| № | Вид СРС             | Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы                                                                                 |
|---|---------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| 1 | Написание рефератов | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г |
| 2 | Самоподготовка      | Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 21.03.2025 г |

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

### 3. Образовательные технологии, применяемые при освоении дисциплины (модуля)

При реализации учебной работы по освоению курса "Современная систематика прокариот" используются современные образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии;

- проектные методы обучения;
- исследовательские методы в обучении;
- проблемное обучение

Подготовка студентами рефератов и мультимедийных презентаций по тематикам:

1. Филум Crenarchaeota. Классификация, основные характеристики.
2. Филум Euryarchaeota. Классификация, основные характеристики. Роль в биогеохимических циклах.
3. Филум Actinobacteria. Классификация, основные характеристики. Патогенные представители, экологические свойства.
4. Филум Firmicutes. Классификация, основные характеристики. Роль в биосфере.
5. Филум Cyanobacteria. Классификация, основные характеристики. Роль в биосфере.
6. Филум Bacteroidetes. Классификация, основные характеристики. Экологическая значимость.
7. Филум Proteobacteria. Классификация, основные характеристики. Характеристика классов.
8. Домен Archaea. Классификация, основные характеристики. Экологическая значимость.
9. Молекулярно-генетические методы изучения микробных сообществ
10. Участие бактерий различных филумов в цикле азота.
11. Участие бактерий различных филумов в цикле серы.
12. Многообразие прокариот. Некультивируемые формы.
13. Практическое значение важнейших групп бактерий в природе и жизни человека.
14. Современные системы классификации прокариот. Номенклатура прокариот. МКНБ.
15. Современные базы данных для хранения культур микроорганизмов, базы данных информации о нуклеиновых кислотах и белках прокариот.
16. Всероссийская коллекция микроорганизмов. Ее значение в развитии биотехнологии в России.
17. Микробиологические методы исследования и мониторинга состояния почвенной и водной среды.
18. Разработка планов мероприятий по ликвидации последствий возможных аварий и экологического ущерба с помощью микробных биопрепаратов.
19. Создание биопрепаратов на основе микроорганизмов или продуктов их метаболизма. Примеры и применение в России и за рубежом.
20. Методы культивирования прокариот. Виды питательных сред.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты.

#### **4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации**

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Современная систематика прокариот».

Оценочные средства включает контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме реферата, презентации, устного опроса, коллоквиума и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

##### **Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации**

| № п/п | Код и наименование индикатора                                     | Результаты обучения                                                     | Наименование оценочного средства       |                                                               |
|-------|-------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------|---------------------------------------------------------------|
|       |                                                                   |                                                                         | Текущий контроль                       | Промежуточная аттестация                                      |
| 1     | ИПК 5.1. Знает и владеет экспериментальными методами исследований | Знает традиционную и современную филогенетическую систематику бактерий. | Вопросы для устного опроса по теме 1,7 | Вопрос на зачете 1-6,8,9,14,15,17-19,21-24,27-32,34-39,44-68. |

|   |                                                                                                                        |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                    |                                          |
|---|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------|
|   | и экологического контроля.                                                                                             | Умеет использовать знания систематики прокариот в своей профессиональной деятельности. Владеет методами оценки микробного разнообразия                                                                                                                                                                                                                    | Практические занятия по теме 1, 3-7<br>Коллоквиум по теме 1, 3-7<br>Реферат по тематике 1-8,12.                                                    |                                          |
| 2 | ИПК 5.2. Умеет анализировать результаты экспериментов и использовать полученные данные в природоохранной деятельности. | Знает роль представителей разных таксонов в биосферной деятельности<br>Умеет анализировать и систематизировать полученные в результате исследования данные<br>Владеет навыками поиска научной информации, статей в учебных пособиях, периодических изданиях и сети Интернет.                                                                              | Вопросы для устного опроса по теме 2,3<br>Практические занятия по теме 2,3-7<br>Коллоквиум по теме 2, 3-7<br>Реферат по тематике 9,10,11,13,14-16. | Вопрос на зачете 7,16,20,26,33,40-43.    |
| 3 | ИПК 5.3. Владеет методами экологического контроля и способен проводить экологическую экспертизу.                       | Знает принципы классификации прокариот; правовые основы использования микробиологических препаратов для охраны природы и природопользования.<br>Умеет организовать мероприятия по рациональному природопользованию, оценке и восстановлению биоресурсов<br>Владеет классическими микробиологическими методами исследований для оценки состояния экосистем | Вопросы для устного опроса по теме 4-6<br>Практические занятия по теме 5,6<br>Коллоквиум по теме 5,6.<br>Реферат по тематике 12,14,17,18-20.       | Вопрос на зачете 5,8,10,11,12,25,46, 69. |

**Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы**

#### **Перечень вопросов для устного контроля знаний студентов:**

##### **Тема 1: Базовые представления о систематике. Основные концепции и методы, применяемые в классификации прокариот.**

- 1 Современные системы классификации прокариот. Номенклатура прокариот. МКНБ.
- 2 Современные базы данных для хранения культур микроорганизмов, базы данных информации о нуклеиновых кислотах и белках прокариот.
- 3 Всероссийская коллекция микроорганизмов. Коллекции культур микроорганизмов и их значение.
- 4 Основные задачи и разделы систематики бактерий. Таксоны.
- 5 Признаки, используемые при идентификации микроорганизмов.

- 6 История создания издания определителя Берги. Общая структура определителя. 9 и 10 издания определителя бактерий Берги, основные группы бактерий.
- 7 Положение бактерий в системе организмов. Отличия прокариотных организмов от эукариот.
- 8 Нумерическая таксономия и ее использование в систематике бактерий.
- 9 Основные правила и начальные этапы идентификации

## **Тема 2: Экологическое и филогенетическое разнообразие прокариот**

- 1 Сравнение систематик эукариот и прокариот.
- 2 Исторический подход в бактериологии; периоды развития
- 3 Молекулярно-генетический подход к классификации.
- 4 Создание филогенетической системы.
- 5 Методы изучения почвенного микробного разнообразия.
- 6 Многообразие прокариот Проблема некультивируемых форм.
- 7 Участие бактерий различных филумов в цикле азота.
- 8 Участие бактерий различных филумов в цикле серы.
- 9 Практическое значение важнейших групп бактерий в природе и жизни человека.
- 10 Пигменты фотосинтезирующих бактерий и их локализация в клетке.
- 11 Экологические группы фототрофных бактерий и их характеристика.

## **Тема 3: Филум Actinobacteria.**

1. Филум Actinobacteria. Общая характеристика, эволюционные связи с другими бактериями. Особенности морфологии, жизненных циклов. Роль в природе и жизни человека, важнейшие представители.
2. Подпорядок Corynebacterineae, или "миколовая группа". Хемотаксономические свойства; экологические ниши. Важнейшие свободноживущие и патогенные представители.
3. Подпорядок Micrococccineae. Общая характеристика, важнейшие представители.
4. Подпорядок Streptomycineae. Общая характеристика, хемотаксономические свойства. Распространение в природе, особенности морфологии, способы размножения. Важнейшие роды.
5. Практическое значение стрептомицетов.
6. Подпорядок Bifidobacteriales. Морфологические и физиологические свойства; механизм брожения. Практическое значение.
7. Современные базы данных для идентификации бактерий.

## **Тема 4: Филум Proteobacteria.**

1. Филум Proteobacteria. Общая характеристика, происхождение и эволюция. Морфология, механизмы подвижности; строение клетки. Способы жизни; основные характеристики энергетического обмена. Экологическая роль.
2. Класс Alphaproteobacteria. Общая характеристика; основные порядки. Порядок Rhizobiales. Общая характеристика. Наиболее значимые семейства.
3. Фототрофные аноксигенные бактерии. Их общие свойства. Пигменты фотосинтезирующих бактерий и их локализация в клетке. Экологические группы фототрофных бактерий и их характеристика.
4. Порядок Rickettsiales. Общая характеристика морфологических и физиологических свойств. Важнейшие представители, играющие роль в патологии человека и животных.
5. Класс Betaproteobacteria. Общая характеристика класса, важнейшие представители. Способы жизни, особенности метаболизма.
6. Порядок Neisseriales. Чехольчатые и стебельковые бактерии. Общая характеристика. Свободноживущие и патогенные аэробные бетапротееобактерии; рода *Alcaligenes*, *Burkholderia*, *Comamonas*, *Spirillum*, *Bordetella*.

7. Филум Nitrospira. Хемолитотрофные сероокисляющие бетапротеобактерии. Особенности метаболизма, адаптации к среде обитания. Экологическая роль, значение для промышленности и биотехнологии. Род Thiobacillus.
8. Класс Gammaproteobacteria. Общая характеристика; морфология, способы жизни. Важнейшие представители и экологические группы. Грамотрицательные аэробные палочки и кокки. Механизм энергетического обмена.
9. Характеристика порядка Enterobacteriales. Характеристика семейства Enterobacteriaceae. Особенности обмена веществ энтеробактерий.
10. Методики, используемые для дифференциации родов.
11. Класс Deltaproteobacteria. Общая характеристика; особенности морфологии и метаболизма; экологические группы.
12. Скользящие бактерии, образующие плодовые тела. Порядок Mucococcales. Общая характеристика. Хищные дельтапротеобактерии; порядок Bdellovibrionales, род Bdellovibrio.
13. Порядки сульфатредуцирующих дельтапротеобактерий. Род Desulfurivibrio.

### **Тема 5: Филум Firmicutes**

1. Филум Firmicutes. Общая характеристика.
2. Порядок Lactobacillales. Класс Clostridia. Порядок Lactobacillales. Грамположительные аспорогенные палочковидные и кокковидные бактерии. Семейства Lactobacillaceae и Streptococcaceae.
3. Физиологические особенности молочнокислых бактерий.
4. Типы и механизм молочнокислого брожения.
5. Патогенные представители. Класс Clostridia. Общая характеристика, морфология, спорообразование.
6. Методы культивирования. Важнейшие представители. Свободноживущие сахаролитические клостридии. Механизмы брожения. Роль в природе.
7. Пептолитические хищные клостридии. Механизмы патогенеза, вызываемые заболеваниями. Неспорообразующие клостридии.
8. Синтрофические бактерии филума.
9. Свойства неспорообразующих клостридий, свободноживущих и патогенных.
10. Семейства Peptococcaceae, Peptostreptococcaceae. Синтрофические грамположительные бактерии на примере Syntrophomonas.
11. Бактерии, ассоциированные со жвачными животными на примере Selenomonas.
12. Филум Tenericutes. Микоплазмы. История открытия и изучения. Особенности морфологии. Методы культивирования. Классификация микоплазм.
13. Создание биопрепаратов на основе микроорганизмов или продуктов их метаболизма. Примеры и применение в России и за рубежом.

### **Тема 6: Домен Archaea.**

1. Домен Archaea. Особенности строения и состав домена. Экологическое значение.
2. Филум Euryarchaeota. Класс Methanobacteria. Бактерии, образующие метан.
3. Морфологические и физиологические особенности и экологическое значение метанообразующих бактерий.
4. Класс Halobacteria. Классификация, основные характеристики. Роль в биогеохимических циклах.
5. Филум Crenarchaeota. Классификация, основные характеристики. Роль в биогеохимических циклах.
6. Сульфатредуцирующие и экстремофильные археи.

### **Тема 7: Другие филумы грамотрицательных и лишенных клеточной стенки бактерий.**

1. Спирохеты (филум Spirochaetae). Строение их тела и характеристика основных родов.

2. Филум Bacteroidetes. Общая характеристика, основные группы.
3. Филум Chloroflexi. зеленые несерные бактерии. Морфология, строение клетки; механизм фотосинтеза. Экологические ниши.
4. Филум Deinococcus-Thermus. Морфология, строение клетки. Адаптации к среде обитания. Род Deinococcus.
5. Филум Cyanobacteria. Классификация, основные характеристики. Роль в биосфере.

### **Вопросы к коллоквиумам:**

#### **Коллоквиум 1. Базовые представления о систематике. Основные концепции и методы, применяемые в классификации прокариот.**

- 1 Современные системы классификации прокариот. Номенклатура прокариот. МКНБ.
- 2 Всероссийская коллекция микроорганизмов. Коллекции культур микроорганизмов и их значение.
- 3 Основные задачи и разделы систематики бактерий. Таксоны.
- 4 Признаки, используемые при идентификации микроорганизмов.
- 5 История создания издания определителя Берги. Общая структура определителя. 9 и 10
- 6 Основные правила и начальные этапы идентификации

#### **Коллоквиум 2. Экологическое и филогенетическое разнообразие прокариот**

- 1 Создание филогенетической системы.
- 2 Методы изучения микробного разнообразия.
- 3 Многообразие прокариот. Проблема некультивируемых форм.
- 4 Практическое значение важнейших групп бактерий в природе и жизни человека.
- 5 Экологические группы фототрофных бактерий и их характеристика.

#### **Коллоквиум 3. Филум Actinobacteria.**

1. Филум Actinobacteria. Общая характеристика, эволюционные связи с другими бактериями. Особенности морфологии, жизненных циклов. Роль в природе и жизни человека, важнейшие представители.
2. Подпорядок Micrococcales. Общая характеристика, важнейшие представители.
3. Подпорядок Streptomyces. Общая характеристика, хемотаксономические свойства. Распространение в природе, особенности морфологии, способы размножения. Важнейшие роды.
4. Практическое значение стрептомицетов.
5. Подпорядок Bifidobacteriales. Морфологические и физиологические свойства; механизм брожения. Практическое значение.
6. Современные базы данных для идентификации бактерий.

#### **Коллоквиум 4. Филум Proteobacteria.**

1. Филум Proteobacteria. Общая характеристика, происхождение и эволюция. Морфология, механизмы подвижности; строение клетки. Способы жизни; основные характеристики энергетического обмена. Экологическая роль.
2. Класс Alphaproteobacteria. Общая характеристика; основные порядки. Порядок Rhizobiales. Общая характеристика. Наиболее значимые семейства.
3. Класс Betaproteobacteria. Общая характеристика класса, важнейшие представители. Способы жизни, особенности метаболизма.
4. Класс Gammaproteobacteria. Общая характеристика; морфология, способы жизни. Важнейшие представители и экологические группы. Грамотрицательные аэробные палочки и кокки. Механизм энергетического обмена.
5. Характеристика порядка Enterobacteriales. Характеристика семейства Enterobacteriaceae. Особенности обмена веществ энтеробактерий.

6. Класс Deltaproteobacteria. Общая характеристика; особенности морфологии и метаболизма; экологические группы.

### **Коллоквиум 5. Филум Firmicutes**

1. Филум Firmicutes. Общая характеристика.
2. Порядок Lactobacillales. Класс Clostridia. Порядок Lactobacillales. Грамположительные аспорогенные палочковидные и кокковидные бактерии. Семейства Lactobacillaceae и Streptococcaceae.
3. Методы культивирования. Важнейшие представители. Свободноживущие сахаролитические клостридии. Механизмы брожения. Роль в природе.
4. Пептолитические хищные клостридии. Механизмы патогенеза, вызываемые заболеваниями. Неспорообразующие клостридии.
5. Филум Tenericutes. Микоплазмы. История открытия и изучения. Особенности морфологии. Методы культивирования. Классификация микоплазм.
6. Создание биопрепаратов на основе микроорганизмов или продуктов их метаболизма. Примеры и применение в России и за рубежом.

### **Коллоквиум 6. Домен Archaea.**

1. Основные различия архей и бактерий. Морфологические и физиологические особенности и экологическое значение метанообразующих бактерий.
2. Молекулярно-генетические и хемотаксономические характеристики архей.
3. Домен Archaea. Особенности строения и состав домена. Экологическое значение.
4. Филум Euryarchaeota. Класс Methanobacteria. Бактерии, образующие метан.
5. Класс Halobacteria. Классификация, основные характеристики. Роль в биогеохимических циклах.
6. Филум Crenarchaeota. Классификация, основные характеристики. Роль в биогеохимических циклах.

### **Коллоквиум 7. Другие филумы грамотрицательных и лишенных клеточной стенки бактерий.**

1. Спирохеты (филум Spirochaetae). Строение их тела и характеристика основных родов.
2. Филум Bacteroidetes. Общая характеристика, основные группы.
3. Филум Chloroflexi. зеленые несерные бактерии. Морфология, строение клетки; механизм фотосинтеза. Экологические ниши.
4. Филум Deinococcus-Thermus. Морфология, строение клетки. Адаптации к среде обитания. Род Deinococcus.
5. Филум Cyanobacteria. Классификация, основные характеристики. Роль в биосфере.

### **Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации**

#### **Вопросы для подготовки к зачету:**

1. Основные задачи и разделы систематики бактерий. Таксоны. Признаки, используемые при идентификации микроорганизмов.
2. Коллекции культур микроорганизмов и их значение.
3. Определители бактерий Берги и их особенности. История создания 8 издания определителя Берги. Общая структура определителя. 9 и 10 издания определителя бактерий Берги, основные группы бактерий.
4. Нумерическая таксономия и ее использование в систематике бактерий. Основные правила и начальные этапы идентификации.
5. Методы геносистематики. Таксономическое значение определения нуклеотидного состава ДНК. Молекулярная гибридизация нуклеиновых кислот и ее значение в

систематике бактерий. Таксономическое значение определения нуклеотидного состава 16S рибосомной РНК.

6. Понятие о виде у бактерий. Два подхода к определению вида и построению таксономических систем.

7. Положение бактерий в системе организмов. Два царства в пределах Prokaryota. Отличия прокариотных организмов от эукариот.

8. Современные методы изучения микробного разнообразия.

9. Многообразие прокариот. Проблема некультивируемых форм.

10. Разработка планов мероприятий по ликвидации последствий возможных аварий и экологического ущерба с помощью микробных биопрепаратов.

11. Методы культивирования прокариот. Виды питательных сред.

12. Биопрепараты на основе микроорганизмов. Методы создания. Примеры внедрения в производство.

13. Создание биопрепаратов на основе микроорганизмов или продуктов их метаболизма. Примеры и применение в России и за рубежом.

14. Домен Archaea. Особенности строения и состав домена.

15. Филум Euryarchaeota. Класс Methanobacteria. Бактерии, образующие метан.

16. Морфологические и физиологические особенности и экологическое значение метанообразующих бактерий.

17. Класс Halobacteria. Филум Crenarchaeota.

18. Сульфатредуцирующие и экстремофильные археи.

19. Домен Bacteria. Характеристика домена Bacteria в сравнении с доменами Archaea и Eukaria.

20. Практическое значение важнейших групп бактерий в природе и жизни человека.

21. Таксономическая и фенотипическая характеристика филума Firmicutes

22. Фототрофные аноксигенные бактерии. Их общие свойства.

23. Пигменты фотосинтезирующих бактерий и их локализация в клетке.

24. Цианобактерии, общая характеристика отдела.

25. Экологические группы фототрофных бактерий и их характеристика.

26. Филум Actinobacteria. Общая характеристика, эволюционные связи с другими бактериями. Особенности морфологии, жизненных циклов. Роль в природе и жизни человека, важнейшие представители.

27. Подпорядок Corynebacterineae, или "миколовая группа". Хемотаксономические свойства; экологические ниши. Важнейшие свободноживущие и патогенные представители.

28. Подпорядок Micrococcineae. Общая характеристика, важнейшие представители.

29. Подпорядок Streptomyces. Общая характеристика, хемотаксономические свойства. Распространение в природе, особенности морфологии, способы размножения. Важнейшие роды. Практическое значение стрептомицетов.

30. Филум Proteobacteria. Общая характеристика, происхождение и эволюция. Морфология, механизмы подвижности; строение клетки. Способы жизни; основные характеристики энергетического обмена.

31. Класс Alphaproteobacteria. Общая характеристика; основные порядки. Патогенные представители; экологически значимые группы.

32. Олигокарбофильные протеобактерии. Особенности морфологии, строения клетки и транспортных систем. Обычные места обитания, экологические роли олигокарбофилов. Порядок Caulobacterales и семейство Hyphomicrobiaceae; характеристика, основные представители.

33. Порядок Rhizobiales. Общая характеристика. Наиболее значимые семейства. Взаимоотношения с растениями и животными. Роль в жизни человека. Патогенные представители; экологически значимые группы.

34. Азотфиксирующие бактерии. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Особенности морфологии, строения клетки, энергетического обмена. Семейства Beijerinckiaceae, Rhizobiaceae порядка Rhizobiales, род *Azotobacter* семейства Pseudomonadaceae. Механизм симбиогенеза клубеньковых бактерий; роль в природе и жизни человека.

35. Пурпурные несерные фотобактерии. Морфология, внутриклеточные мембранные структуры. Механизм фотосинтеза, особенности метаболизма. Экологические ниши, взаимоотношения с другими фотосинтетиками; роль в природе. Порядки Rhodobacterales и Rhodospirillales, род *Rhodospseudomonas*.

36. Фитопатогенные бактерии порядка Rhizobiales. Рода *Agrobacterium* и *Xanthobacter*. Общая характеристика, механизмы патогенеза.

37. Порядок Rickettsiales. Общая характеристика морфологических и физиологических свойств. Важнейшие представители, играющие роль в патологии человека и животных.

38. Класс Betaproteobacteria. Общая характеристика класса, важнейшие представители. Способы жизни, особенности метаболизма.

39. Чехольчатые и стебельковые бактерии. Общая характеристика группы. Распространение и роль чехольчатых бактерий. Окисление железа и марганца чехольчатыми бактериями и его физиологическое значение; экологическая роль. Рода *Leptothrix*, *Sphaerotilus*, *Gallionella*.

40. Грамотрицательные хемолитотрофные бактерии. Микроорганизмы, окисляющие аммиак или нитриты. Исследования С.Н. Виноградского. Морфология, строение клетки, энергетический обмен.

41. Нитрозобактерии на примере порядка Nitrosomonadales, семейства Nitrosomonadaceae. Характеристика морфологии и строения клетки, метаболизм; роль в природе и жизни человека. Филум Nitrospirae.

42. Хемолитотрофные сероокисляющие бетапротеебактерии. Особенности метаболизма, адаптации к среде обитания. Экологическая роль, значение для промышленности и биотехнологии. Род *Thiobacillus*.

43. Класс Gammaproteobacteria. Общая характеристика; морфология, способы жизни. Важнейшие представители и экологические группы.

44. Грамотрицательные аэробные палочки и кокки. Механизм энергетического обмена. Порядок Pseudomonadales, его основные представители и их отличия. Семейство Pseudomonadaceae, род *Pseudomonas* и род *Azotobacter*. Семейство Legionellales.

45. Бактерии порядка Chromatiales как пурпурные серные фотобактерии. Морфология, внутриклеточные структуры. Механизм фотосинтеза, особенности метаболизма; экологические ниши, роль в сложных фотосинтетических сообществах; физиологические и морфологические адаптации к среде.

46. Грамотрицательные факультативно-анаэробные палочки. Характеристика порядка Enterobacteriales. Характеристика семейства Enterobacteriaceae. Особенности обмена веществ энтеробактерий. Методики, используемые для дифференциации родов. Важнейшие роды семейства и их роль в патологии человека.

47. Класс Deltaproteobacteria. Общая характеристика; особенности морфологии и метаболизма; экологические группы.

48. Скользящие бактерии, образующие плодовые тела. Порядок Mucococcales. Общая характеристика миксобактерий. Покоящиеся формы. Физиологические группы и семейства миксобактерий.

49. Хищные дельтапротеебактерии; порядок Bdellovibrionales, род *Bdellovibrio*.

50. Грамотрицательные сульфатредуцирующие бактерии. Метаболизм, экологические ниши; значение в природе и жизни человека. Порядки сульфатредуцирующих дельтапротеебактерий. Род *Desulfurivibrio*.

51. Класс Epsilonproteobacteria. Свободноживущие и патогенные представители. Характеристика рода *Helicobacter*.

52. Спирохеты (филум Spirochaetae). Строение их тела и характеристика основных родов.
53. Филум Bacteroidetes. Общая характеристика, основные группы.
54. Класс Bacteroidia. Грамотрицательные анаэробные бактерии. Общая характеристика, среда обитания.
55. Класс Flavobacteria. Скользящие бактерии, не образующие плодовых тел. Класс Flavobacteria и его свойства, класс Sphingobacteria; особенности метаболизма и экологии.
56. Филум Chlamydiae. Характеристика морфологических и физиологических свойств. Жизненный цикл. Заболевания, вызываемые хламидиями.
57. Филум Chlorobi как зеленые серные бактерии. Морфология, строение клетки; механизм фотосинтеза. Роль в фотосинтетических сообществах.
58. Филум Chloroflexi. зеленые несерные бактерии. Морфология, строение клетки; механизм фотосинтеза. Экологические ниши.
59. Филум Deinococcus-Thermus. Морфология, строение клетки. Адаптации к среде обитания. Род Deinococcus.
60. Филум Firmicutes. Общая характеристика, морфология, строение клетки. Деление на классы, важнейшие представители.
61. Класс Bacilli. Общая характеристика, основные порядки, важнейшие представители.
62. Порядок Bacillales. Палочки и кокки, образующие эндоспores. Основные роды и их практическое значение.
63. Порядок Lactobacillales. Грамположительные аспорогенные палочковидные и кокковидные бактерии. Семейства Lactobacillaceae и Streptococcaceae. Физиологические особенности молочнокислых бактерий. Типы и механизм молочнокислого брожения. Патогенные представители.
64. Класс Clostridia. Общая характеристика, морфология, спорообразование. Важнейшие представители.
65. Свободноживущие сахаролитические клостридии. Механизмы брожения. Роль в природе.
66. Пептолитические хищные клостридии. Механизмы патогенеза, вызываемые заболеваниями.
67. Подпорядок Bifidobacteriales. Морфологические и физиологические свойства; механизм брожения. Практическое значение.
68. Филум Tenericutes. Микоплазмы. История открытия и изучения.
69. Особенности морфологии. Методы культивирования. Классификация микоплазм.

## **Критерии оценивания результатов обучения**

Критерии оценивания зачета:

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент показал при ответе достаточное знание материала, понимание сущности рассматриваемых понятий, явлений и закономерностей.
- оценка «не зачтено» выставляется студенту, если студент не подготовился и не ответил на вопросы или ответил неправильно; показал слабые знания материала и допустил грубые фактические ошибки

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

## 5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

### 5.1 Учебная литература

1. Прикладная экобиотехнология: учебное пособие для студентов: в 2 т. Т. 1 / [А. Е. Кузнецов и др.]. - М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010. 629 с.
2. Микробиология: учебник для студентов вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. Москва: Академия, 2012. - 379 с. — ISBN 9785769584114.
3. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03805-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/535984>
2. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2024. — 332 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03806-4. — URL: <https://urait.ru/bcode/537610>.

Для освоения дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья имеются издания в электронном виде в электронно-библиотечных системах «Лань» и «Юрайт».

### 5.2. Периодическая литература

| Название издания                                     | Периодичность выхода (в год) | Место хранения | За какие годы хранится                                      |
|------------------------------------------------------|------------------------------|----------------|-------------------------------------------------------------|
| Биология.Реферативный журнал.ВИНИТИ                  | 12                           | РЖ             | 1970-2020 №1-2                                              |
| Биоорганическая химия                                | 6                            | ЧЗ             | 1975-2008, 2009 № 1-3, 5-6, 2010 - 2018 (1 полуг.)          |
| Биохимия                                             | 12                           | ЧЗ             | 1944-45, 1947 – 2018 (1полуг.)                              |
| Генетика                                             | 12                           | ЧЗ             | 1965- 2016, 2017 № 1-6                                      |
| Журнал микробиологии, эпидемиологии и иммунобиологии | 6                            | ЧЗ             | 2010-2018 № 1-3, 2019 № 1-3, № 5-6 , 2020-                  |
| Журнал общей биологии                                | 6                            | ЧЗ             | 2009-2017 № 1-3, 2018 (1 полуг.)                            |
| Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе     |                              | ЧЗ             | 2008 №7-12, 2009- 2012, 2013 № 7-12, 2014-2015 , 2017 № 1-3 |

|                                                                      |    |    |                                                |
|----------------------------------------------------------------------|----|----|------------------------------------------------|
| Известия ВУЗов Северо-Кавказского региона. Серия: Естественные науки | 4  | ЧЗ | 2010- 2012, 2013 № 1-2, 4-6, 2014-             |
| Известия РАН (до 1993 г. Известия АН СССР). Серия: Биологическая     | 6  | ЧЗ | 2009-2018 (1 полуг.)                           |
| Использование и охрана природных ресурсов в России                   | 12 | ЧЗ | 2008-2017 № 1-2                                |
| Микробиология                                                        | 6  | ЧЗ | 2009-2018 №1-3                                 |
| Молекулярная биология                                                | 6  | ЧЗ | 2008- 2016, 2017 № 1-3                         |
| Прикладная биохимия и микробиология                                  | 6  | ЧЗ | 2008- 2013, 2014 № 1-5, 2015- 2016, 2017 № 1-3 |
| Успехи современной биологии                                          | 6  | ЧЗ | 2008-2017                                      |
| Экология                                                             | 6  | ЧЗ | 2009-2018(1 полуг.)                            |
| Экология и жизнь                                                     | 12 | ЧЗ | 2003-2012                                      |
| Экология и промышленность России                                     | 12 | ЧЗ | 2008-2017                                      |

1. Базы данных компании «ИВИС» <https://eivis.ru/>
2. Электронная библиотека GREBENNIKON.RU <https://grebennikon.ru/>

### **5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы**

#### ***Электронно-библиотечные системы (ЭБС):***

1. Образовательная платформа «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» <http://www.biblioclub.ru/>
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM» <https://znanium.ru/>
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

#### ***Профессиональные базы данных***

1. Виртуальный читальный зал Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://ldiss.rsl.ru/>
2. Национальная электронная библиотека <https://rusneb.ru/>
3. Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
4. Полнотекстовая коллекция журналов на платформе РЦНИ (Электронные версии научных журналов РАН) <https://journals.rcsi.science/>
5. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prilib.ru/>
6. Университетская информационная система РОССИЯ (УИС Россия) <http://uisrussia.msu.ru>
7. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
8. Полнотекстовая коллекция книг eBook Collections издательства SAGE Publications <https://sk.sagepub.com/books/discipline>
9. Полнотекстовая коллекция книг EBSCO eBook (глубина архива: 2011-2023 гг.) <https://books.kubsu.ru/>
10. Ресурсы Springer Nature <https://link.springer.com/>, <https://www.nature.com/>
11. Questel. База данных Orbit Premium edition <https://www.orbit.com>
12. China National Knowledge Infrastructure. БД Academic Reference <https://ar.oversea.cnki.net/>
13. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>

#### ***Информационные справочные системы***

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

### ***Ресурсы свободного доступа***

1. КиберЛенинка <http://cyberleninka.ru/>;
2. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
3. Лекториум ТВ - видеолекции ведущих лекторов России <http://www.lektorium.tv/>
4. Freedom Collection – полнотекстовая коллекция электронных журналов издательства Elsevier <https://www.sciencedirect.com/>
5. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
6. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
7. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
8. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
9. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
10. Образовательный портал "Учеба" <http://www.ucheba.com/>.

### ***Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ***

1. Электронный каталог Научной библиотеки КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/Web>
2. Электронная библиотека трудов ученых КубГУ <http://megapro.kubsu.ru/MegaPro/UserEntry?Action=ToDb&idb=6>
3. Открытая среда модульного динамического обучения КубГУ <https://openedu.kubsu.ru/>
4. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://infoneeds.kubsu.ru/>
5. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>

## **6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)**

### **Самостоятельная работа**

Самостоятельная работа студентов дисциплине осуществляется с целью углубления, расширения, систематизации и закрепления полученных теоретических знаний, формирования умений использовать документацию и специальную литературу, развития познавательных способностей и активности, а также формирования самостоятельного мышления, способностей к саморазвитию, самосовершенствованию и самореализации, развития исследовательских умений. Перед выполнением самостоятельной работы необходимо четко понимать цели и задачи работы, сроки выполнения, ориентировочный объем, основные требования к результатам работы, критерии оценки. Во время выполнения самостоятельной работы преподаватель может проводить консультации. Контроль результатов самостоятельной работы студентов может осуществляться в письменной, устной или смешанной форме, с представлением продукта творческой деятельности студента. В качестве форм и методов контроля самостоятельной работы студентов могут быть использованы семинарские занятия, коллоквиумы, зачеты, тестирование, самоотчеты, контрольные работы и др. Критериями оценки результатов самостоятельной работы студента являются: уровень освоения студентом учебного материала; умения студента использовать теоретические знания при выполнении индивидуальных заданий; обоснованность и четкость изложения ответа; оформление материала в соответствии с требованиями.

План подготовки:

- изучить соответствующий лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- оформить выполненную работу письменно или в виде презентации в зависимости от задания
- сделать структурированные выводы.

### **Лекция:**

Работа на лекции является очень важным видом студенческой деятельности для изучения дисциплины, т.к. на лекции происходит не только сообщение новых знаний, но и систематизация и обобщение накопленных знаний, формирование на их основе идейных взглядов, убеждений, мировоззрения, развитие познавательных и профессиональных интересов. Лектор ориентирует студентов в учебном материале. Краткие записи лекций (конспектирование) помогает усвоить материал.

Написание конспекта лекций: кратко, схематично, последовательно фиксировать основные положения, выводы, формулировки, обобщения; пометить важные мысли, выделять ключевые слова, термины. Конспект лучше подразделять на пункты, параграфы, соблюдая красную строку. Принципиальные места, определения, формулы следует сопровождать замечаниями: «важно», «особо важно», «хорошо запомнить» и т.п. или подчеркивать красной ручкой. Целесообразно разработать собственную символику, сокращения слов, что позволит сконцентрировать внимание на важных сведениях. Прослушивание и запись лекции можно производить при помощи современных устройств (диктофон, ноутбук, нетбук и т.п.). Работая над конспектом лекций, всегда следует использовать не только учебник, но и ту литературу, которую дополнительно рекомендовал лектор, в том числе периодические издания соответствующей направленности. По результатам работы с конспектом лекции следует обозначить вопросы, термины, материал, который вызывает трудности, пометить и попытаться найти ответ в рекомендуемой литературе. Если самостоятельно не удастся разобраться в материале, необходимо сформулировать вопрос и задать преподавателю на консультации, на практическом занятии, на общении в контактные часы. Лекционный материал является базовым, с которого необходимо начать освоение соответствующего раздела или темы.

План подготовки к лекции:

- ознакомиться с темой лекции
- ознакомиться с предложенными вопросами
- изучить соответствующий материал
- ознакомиться с литературой по теме

### **Практические занятия:**

В процессе подготовки к практическому занятию необходимо ознакомиться с рабочей программой дисциплины, темами и планами практических (семинарских) занятий, уделяя особое внимание целям и задачам, структуре и содержанию дисциплины, провести анализ основной учебной литературы, после чего работать с рекомендованной дополнительной литературой. При устном выступлении по контрольным вопросам семинарского занятия нужно излагать (не читать) материал выступления свободно. Необходимо концентрировать свое внимание на том, что выступление обращено к аудитории, а не к преподавателю, т.к. это значимый аспект профессиональных компетенций. По окончании семинарского занятия следует повторить выводы, сконструированные на семинаре, проследив логику их построения, отметив положения, лежащие в их основе. Для этого в течение семинара следует делать пометки. Более того, в случае неточностей и (или) непонимания какого-либо вопроса пройденного материала следует обратиться к преподавателю для получения необходимой консультации и разъяснения возникшей ситуации. Схема подготовки к практическим занятиям:

- ознакомиться с темой работы
- рассмотреть предложенные вопросы
- изучить лекционный материал, основную и дополнительную литературу
- письменно оформить ответ на вопросы
- подвести итог и сделать структурированные выводы

### **Методические рекомендации по подготовке презентаций:**

- знакомиться с темой, целью и задачами

- составить план презентации согласно освоенному теоретическому материалу
- произвести поиск в лекционном материале, основной и дополнительной литературе фактического материала по теме
- произвести поиск иллюстративного материала в сети "интернет"
- составить презентацию при помощи специализированного ПО
- составить доклад по иллюстративному материалу презентации
- отрепетировать презентацию перед сдачей

#### **Методические рекомендации по подготовке к коллоквиуму:**

- ознакомиться с темой и вопросами коллоквиума
- изучить лекционный материал
- изучить основную литературу по теме
- изучить дополнительную литературу по теме
- написать ответ на предложенный вопрос
- объем письменного ответа от 3 до 4 страниц, время выполнения до 90 минут

#### **Методические рекомендации по подготовке к зачёту:**

Зачет – это проверочное испытание по учебному предмету, своеобразный итоговый рубеж изучения дисциплины, позволяющий лучше определить уровень знаний, полученный обучающимися. Для успешной сдачи зачета студенты должны помнить следующее:

– к основным понятиям и категориям нужно знать определения, которые необходимо понимать и уметь пояснять;

– при подготовке к зачету требуется помимо лекционного материала, прочитать еще несколько учебников по дисциплине, дополнительные источники, предложенные для изучения в списке литературы;

– семинарские занятия способствуют получению более высокого уровня знаний и, как следствие, получение зачета;

– готовиться к зачету нужно начинать с первой лекции и семинара, а не выбирать так называемый «штурмовой метод», при котором материал закрепляется в памяти за несколько последних часов и дней перед зачетом. При оценивании знаний студентов преподаватель руководствуется, прежде всего, следующими критериями:

– правильность ответов на вопросы;

– полнота и лаконичность ответа;

– способность правильно квалифицировать факты и обстоятельства, анализировать статистические данные;

– ориентирование в литературе;

– знание основных проблем учебной дисциплины;

– понимание значимости учебной дисциплины в системе;

– логика и аргументированность изложения;

– культура ответа. Таким образом, при проведении зачета преподаватель уделяет внимание не только содержанию ответа, но и форме его изложения.

При подготовке к зачету необходимо ориентироваться на конспекты лекций, рабочую программу дисциплины, нормативную, учебную и рекомендуемую литературу.

Основное в подготовке к сдаче зачета - это повторение всего материала дисциплины, по которому необходимо сдавать зачет. При подготовке к сдаче весь объем работы нужно распределять равномерно по дням, отведенным для подготовки, контролировать каждый день выполнение намеченной работы. В период подготовки студент вновь обращается к уже изученному (пройденному) учебному материалу. Подготовка включает в себя два этапа: самостоятельная работа в течение семестра; непосредственная подготовка в дни, предшествующие зачету по темам курса. Зачет проводится по вопросам, охватывающим весь пройденный материал дисциплины, включая вопросы, отведенные для самостоятельного изучения. Для успешной сдачи указанные в рабочей программе

формируемые компетенции в результате освоения дисциплины должны быть продемонстрированы; готовиться к зачёту необходимо начинать с первой лекции и первого семинара. В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

## 7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

| Наименование специальных помещений                                                                                      | Оснащенность специальных помещений                                                                                                                        | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа.                                                              | Мебель: учебная мебель.<br>Технические средства обучения: экран, проектор аудиосистема, компьютер/ноутбук, соответствующим программным обеспечением (ПО). | Microsoft Windows<br>Microsoft Office           |
| Учебные аудитории для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации. | Мебель: учебная мебель.<br>Технические средства обучения: экран, проектор аудиосистема, компьютер/ноутбук, соответствующим программным обеспечением (ПО). | Microsoft Windows<br>Microsoft Office           |
| Учебные аудитории для проведения практических занятий. Аудитория.                                                       | Мебель: учебная мебель<br>Технические средства обучения: экран, проектор аудиосистема, компьютер/ноутбук, соответствующим программным обеспечением (ПО).  | Microsoft Windows<br>Microsoft Office           |

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

| Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся                       | Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                          | Перечень лицензионного программного обеспечения |
|-------------------------------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки) | Мебель: учебная мебель<br>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi) | Microsoft Windows<br>Microsoft Office           |
| Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.437а)                         | Мебель: учебная мебель<br>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к                                                                                                                                                          | Microsoft Windows<br>Microsoft Office           |

|  |                                                                                                              |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|
|  | сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), мультимедийный телеэкран |  |
|--|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--|