



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –**  
**МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)

Институт агrobiотехнологии  
Кафедра микробиологии и иммунологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Проректор по науке  
и инновационному развитию



А.В. Журавлев

« 30 » августа 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**  
**МИКРОБИОЛОГИЯ**

Программа подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре  
**МИКРОБИОЛОГИЯ**

Научная специальность: **1.5.1. Микробиология**

Отрасль наук - Биологические

Год обучения – 2

Семестр обучения – 4

Москва, 2023

## Содержание

|  |    |
|--|----|
| <b>АННОТАЦИЯ</b> .....   | 5  |
| <b>1. ЦЕЛЬ И ЗАДАЧИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....  | 6  |
| <b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) В СТРУКТУРЕ ПРОГРАММЫ АСПИРАНТУРЫ</b> .....                              | 6  |
| <b>3. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....   | 7  |
| <b>4. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> .....                                   | 7  |
| <b>5. ВХОДНЫЕ ТРЕБОВАНИЯ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ПРЕДВАРИТЕЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ</b> .....             | 8  |
| <b>6. ФОРМАТ ОБУЧЕНИЯ</b> .....  | 8  |
| <b>7. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ), ВИДЫ УЧЕБНЫХ ЗАНЯТИЙ И ФОРМЫ ИХ ПРОВЕДЕНИЯ</b> .....               | 8  |
| 7.1 Распределение трудоёмкости дисциплины (модуля) по видам работ.....                                   | 8  |
| 7.2 Содержание дисциплины.....   | 9  |
| 7.3 Образовательные технологии.....  | 12 |
| <b>8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ АСПИРАНТОВ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> ..... | 13 |
| 8.1 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля).....                             | 13 |
| <b>9. ФОРМА ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ И ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ</b> .....                                     | 15 |
| <b>10. РЕСУРСНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ</b> .....   | 20 |
| 10.1 Перечень основной литературы.....   | 20 |
| 10.2 Перечень дополнительной литературы.....   | 21 |
| 10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет».....                           | 21 |
| 10.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса.....   | 22 |
| 10.5 Описание материально-технической базы.....  | 22 |
| 10.5.1 Требования к аудиториям.....  | 23 |
| 10.5.2 Требования к специализированному оборудованию.....  | 23 |
| <b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ АСПИРАНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)</b> .....                    | 23 |
| <b>12. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)</b> ..... | 24 |

## АННОТАЦИЯ

Учебная дисциплина (модуль) «Микробиология» является важной составной частью Учебного плана подготовки аспирантов по научной специальности **1.5.11 -Микробиология**, программе аспирантуры Микробиология.

Основная задача учебной дисциплины (модуля) – освоение аспирантами теоретических знаний и получение практических умений и навыков в области микробиологии. Дисциплина (модуль) «Микробиология» в системе биологических наук рассматривает вопросы общей микробиологии и микробной экологии и микробиологии почв. Подробно изложены вопросы морфологии прокариот и микроскопических эукариот, энергетический и конструктивный метаболизм; рассматриваются ведущие тенденции в классификации, филогении. Освещается роль микроорганизмов в процессах почвообразования и глобальных в биогеохимических циклах в биосфере, обсуждается возможность управления активностью микробных популяций с целью получения хозяйственно-ценных продуктов и охраны окружающей среды. Аспиранты знакомятся с классическими и современными методами общей и почвенной микробиологии.

Общая трудоемкость учебной дисциплины (модуль) «Микробиология» составляет 3 зачетных ед., в объеме 108 часов.

Контроль знаний аспирантов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью устного опроса и тестирования, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.

**Ведущие преподаватели:** доцент кафедры микробиологии и иммунологии, к.б.н., доцент А.А.Ванькова, доцент кафедры микробиологии и иммунологии, к.б.н., доцент О.В.Селицкая.

## **1. Цель и задачи дисциплины (модуля)**

Целью изучения дисциплины (модуля) «Микробиология» является освоение аспирантами теоретических и практических знаний, приобретение умений и навыков в области микробиологии; формирование у аспирантов углубленных профессиональных знаний о микроорганизмах, биогеохимических процессах, осуществляемых ими в природе, и их практическом использовании; приобретение умений и навыков исследования состава, численности и активности микробного сообщества в объектах окружающей среды.

Задачи дисциплины (модуля):

- сформировать у аспирантов представление о биоразнообразии микроорганизмов и их глобальной роли в круговороте веществ и энергии на Земле
- о ведущих тенденциях в классификации, филогении и экологии микроорганизмов
- об основных научных проблемах: структурно - функциональной организации микроорганизмов, участии микроорганизмов в биогеохимических циклах в биосфере, управлении микробными популяциями с целью получения хозяйственно-ценных продуктов и охраны окружающей среды
- подготовить аспирантов к применению полученных знаний при осуществлении научной и педагогической деятельности

## **2. Место дисциплины (модуля) в структуре программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (далее программа аспирантуры).**

Дисциплина (модуль) «Микробиология» входит в образовательный компонент Структуры программы аспирантуры. Дисциплина «Микробиология» направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена по Специальной дисциплине «Микробиология» по научной специальности «Микробиология», соответствует требованиям программы подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре, Учебному плану по программе аспирантуры, решению учебно-методической комиссии и Ученого совета института, отечественному и зарубежному опыту, учитывать следующие знания научных разделов: история, объекты и методы микробиологии, систематика, морфология, строение и размножение микроорганизмов, действие факторов внешней среды, метаболизм, участие в биогеохимических циклах, почвенная микробиология.

Предшествующими курсами в магистратуре и специалитете, на которых непосредственно базируется дисциплина (модуль) являются: «Микробиология», «Методы микробиологических исследований», «Почвоведение», «Экология», «Физико-химические методы анализа в области микробиологии», «Планирование и статистический анализ экспериментов в области микробиологии».



Особенностью учебной дисциплины (модуль) «Микробиология» является специфика объектов изучения, которые представляют собой биологические системы микроскопически малых размеров и процессы их жизнедеятельности. Аспирантам, специализирующимся в области микробиологии, необходимо знать особенности строения и функционирования этих систем, владеть специальными приемами работы с микроскопическими организмами для реализации своей профессиональной деятельности. Это предполагает знания специальных методов культивирования и исследования микроорганизмов на клеточном и молекулярном уровне.

**3. Общая трудоемкость дисциплины (модуля)** составляет 3 зачетные единицы, 108 часов, из которых 29 часов составляет контактная работа аспиранта с преподавателем (14 часов занятия лекционного типа, 14 часов занятия семинарского типа), 79 часов составляет самостоятельная работа аспиранта.

**4. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения программы аспирантуры**

Планируемый результат освоения дисциплины: Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области микробиологии. Текущая аттестация аспирантов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью устного опроса, контрольных работ, оценки самостоятельной работы аспирантов.

Промежуточная аттестация аспирантов проводится в форме итогового контроля по дисциплине – кандидатского экзамена.

Таблица 1 – Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю) «Микробиология», соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы аспирантуры

| № п/п | Результат освоения дисциплины   | В результате изучения дисциплины(модуля) обучающиеся должны:   |   |  |
|-------|---|--|---|--|
|       |   | знать  | уметь   | владеть  |
| 1     | Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области микробиологии | Знать понятия, принципы и методы, ведущие тенденции и основные научные направления микробиологии в объеме, необходимом для профессиональной деятельности | Уметь проводить микробиологический анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем, решаемых в области сельскохозяйственной микробиологии, агропочвоведения и агроэкологии и, грамотно | Владеть методами планирования и реализации эксперимента в области сельскохозяйственной микробиологии, агропочвоведения и агроэкологии, приемами практического внедрения научных достижений в аграрное произ- |

|  |  |  |  |         |
|--|--|--|--|---------|
|  |  |  | планировать эксперимент и осуществлять его на практике; применять научные достижения в аграрном производстве | водство |
|--|--|--|--|---------|

### 5. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Курс предполагает наличие у аспирантов знаний и умений по общей биологии, микробиологии, химии, почвоведению, экологии.

### 6. Формат обучения

Обучающиеся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья обеспечиваются электронными и (или) печатными образовательными ресурсами в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья.

### 7. Содержание дисциплины (модуля), виды учебных занятий и формы их проведения.

#### 7.1. Распределение трудоемкости дисциплины (модуля) по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ представлено в таблице 2.

Таблица 2 – Распределение трудоемкости дисциплины по видам работ

| Вид учебной работы                                     | Трудоемкость         |            |
|--|----------------------|------------|
|  | зач. ед.             | час.       |
| <b>Общая трудоемкость дисциплины по учебному плану</b> | <b>3</b>             | <b>108</b> |
| <b>Аудиторные занятия</b>                              | <b>0,78</b>          | <b>28</b>  |
| Лекции (Л)   | 0,39                 | 14         |
| Практические занятия (ПЗ)                              |                      |            |
| Семинарские занятия (СЗ)                               | 0,39                 | 14         |
| в т.ч. контактная работа в период аттестации           |                      |            |
| <b>Самостоятельная работа (СРА)<sup>1</sup></b>        | <b>2,19</b>          | <b>79</b>  |
| в том числе:   |                      |            |
| реферат  |                      |            |
| самоподготовка к текущему контролю знаний              | 2,19                 | 79         |
| др. виды   |                      |            |
| Вид контроля:  | <b>0,03</b>          | <b>1</b>   |
|  | кандидатский экзамен |            |

<sup>1</sup> Оставить только те виды учебной работы, которые включены в СРА по дисциплине

## 7.2. Содержание дисциплины (модуля)

Таблица 3 – Тематический план дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплины (модуля)              | Всего, час. | Контактная работа, час. |           |          | Самостоятельная работа, час. |
|--|-------------|-------------------------|-----------|----------|------------------------------|
|  |             | лекция                  | СЗ        | контроль |                              |
| <b>Введение</b>  | <b>3</b>    | -                       | -         | -        | <b>3</b>                     |
| <b>Раздел I. Биоразнообразие микроорганизмов</b>             | <b>13</b>   | <b>2</b>                | <b>4</b>  | -        | <b>7</b>                     |
| Тема 1 Микроскопические эукариоты                            | 5           | -                       | 2         | -        | 3                            |
| Тема 2 Морфологические особенности и классификация прокариот | 8           | 2                       | 2         | -        | 4                            |
| <b>Раздел II. Метаболизм микроорганизмов</b>                 | <b>21</b>   | <b>4</b>                | <b>2</b>  | -        | <b>15</b>                    |
| Тема 1 Энергетический метаболизм                             | 10          | 2                       | 1         | -        | 7                            |
| Тема 2 Конструктивный метаболизм                             | 11          | 2                       | 1         | -        | 8                            |
| <b>Раздел III. Микроорганизмы в природе</b>                  | <b>16</b>   | <b>4</b>                | <b>2</b>  | -        | <b>10</b>                    |
| Тема 1. Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы     | 8           | 2                       | 2         | -        | 4                            |
| Тема 2. Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах    | 8           | 2                       | -         | -        | 6                            |
| <b>Раздел IV. Почвенная микробиология</b>                    | <b>18</b>   | <b>4</b>                | <b>6</b>  | -        | <b>8</b>                     |
| Тема 1. Почва как среда обитания микроорганизмов             | 8           | 2                       | 2         | -        | 4                            |
| Тема 2. Методы исследования почвенных микроорганизмов        | 10          | 2                       | 4         | -        | 4                            |
| <b>Подготовка к кандидатскому экзамену</b>                   | <b>36</b>   | -                       | -         | -        | <b>36</b>                    |
| <b>Контактная работа в период аттестации</b>                 | <b>1</b>    | -                       | -         | <b>1</b> | -                            |
| <b>Итого по дисциплине (модулю)</b>                          | <b>108</b>  | <b>14</b>               | <b>14</b> | <b>1</b> | <b>79</b>                    |

## Содержание дисциплины (модуля)

### Лекционные занятия

#### Раздел I Биоразнообразие микроорганизмов

##### Тема 2. *Морфологические особенности и классификация прокариот*

Развитие систем классификации живого мира. Филогенетическая и искусственная систематика. Основные принципы и признаки, используемые в классификации микроорганизмов. Правила номенклатуры и идентификации Современная система классификации живого мира на основе определения последовательности оснований олигонуклеотидов 16S рРНК. Прокариотные и эукариотные микроорганизмы, сходство и основные различия. Прокариотные микроорганизмы. Одноклеточные, многоклеточные бактерии, размеры и морфология бактерий. Характеристика протеобактерий, грамположительных бактерий, цианобактерий. Археи. Организация клеток архей, биохимические и физиологические особенности, экология. Систематика архей.

#### Раздел II Метаболизм микроорганизмов

##### Тема 1. *Энергетический метаболизм*

Энергетические процессы. Способы обеспечения энергией. Фотосинтез и хемосинтез. Переносчики электронов и электронтранспортные системы, их способности у разных микроорганизмов. Молочнокислое гомо- и гетероферментативное брожение, пропионовокислое, маслянокислое, ацетонбутиловое, спиртовое и другие брожения. Полное и неполное окисление. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла. Окисление неорганических соединений: группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы. Анаэробное дыхание. Диссимиляционная нитратредукция и денитрификация. Сульфат- и сероредукторы.

##### Тема 2. *Конструктивный метаболизм*

Биосинтетические процессы, ассимиляция углекислоты. Рибулозобисфосфатный цикл, ассимиляция формальдегида метилотрофами. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта. Ассимиляционная нитратредукция, фиксация молекулярного азота. Пути ассимиляции аммония. Ассимиляционная сульфатредукция. Синтез основных биополимеров, биосинтез порфириновых соединений, вторичные метаболиты.

#### Раздел III. Микроорганизмы в природе

##### Тема 1. *Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы*

Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Психрофилы, мезофилы и термофилы. Механизмы адаптации микроорганизмов к экстремальным температурам. Роль воды в жизнедеятельности микроорганизмов. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды ( $a_w$ ). Устойчивость микроорганизмов к высушиванию. Особенности осмофилов и галофилов. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Возможные причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы. Ацидозы, нейтрофилы и алкалофилы и их особенности.



## **Тема 2. Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах**

Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах, взаимосвязь циклов. Роль физиологических групп микроорганизмов в катализе этапов циклов. Ведущая роль цикла углерода, продукция и деструкция в цикле органического углерода, связь с циклом кислорода. Цикл азота, группы организмов, участвующие в нем. Цикл серы: серобактерии и сульфидогены. Цикл железа. Водная микробиология, озеро как модель водной экосистемы. Циклы веществ в водоемах. Самоочищение водоемов. Морская микробиология. Сообщества микроорганизмов, трофические связи в сообществах. Анаэробное сообщество как модель трофических связей, межвидовой перенос водорода и формиата, синтрофия. Первичные анаэробы и вторичные анаэробы. Экология микроорганизмов, формирование состава атмосферы. Парниковые газы, метаногенез, бактериальный газовый фильтр. Геологическая микробиология, роль микроорганизмов в выщелачивании пород и формировании коры выветривания. Цикл кальция и карбонатов, рудообразование.

### **Раздел IV. Почвенная микробиология**

#### **Тема 1. Почва как среда обитания микроорганизмов**

Микроструктура почвы. Мозаичность и гетерогенность. Концепция почвы как множества сред обитания микроорганизмов. Твердая фаза почвы. Природа явления адгезии микроорганизмов. Жидкая фаза почвы. Развитие микроорганизмов в пленках и капиллярах. Газовая фаза почвы. Влияние физических, химических и биологических факторов среды на почвенные микроорганизмы. Структура комплекса (микробоценоза) почвенных микроорганизмов. Концепция микробного нуля. Принцип дублирования. Микробные сукцессии в почве. Роль микроорганизмов в почвообразовательном процессе, образовании гумуса и структуры почв. Роль растений в формировании микробного сообщества почвы. Микроорганизмы ризосферы и ризопланы. Эпифитные и эндофитные микроорганизмы. Роль микроорганизмов в формировании характерных типов почв, самоочищение почвы.

#### **Тема 2. Методы исследования почвенных микроорганизмов**

Методы определения биомассы почвенных микроорганизмов. Методы определения суммарной биохимической активности почвенного микронаселения (АТФ, ДНК, интенсивность дыхания, метаболический коэффициент, ферментативная активность и др.). Молекулярно-биологические и иммунологические методы исследований микроорганизмов.

### **Содержание практических/семинарских занятий по дисциплине (модулю) и контрольных мероприятий**

| № п/п  | Наименование разделов и тем дисциплины (модуля) (укрупнено) | № и название практических/семинарских занятий | Вид контрольного мероприятия | Количество академических часов |
|--|---|---|------------------------------|--------------------------------|
| <b>Раздел I. Биоразнообразие микроорганизмов</b> |   |   |                              |                                |
| 1  | Тема 1 - Микроскопические                                   | Практическое занятие №1 Тема                  | Контроль препаратов          | 2                              |



|  |  |  |   |           |
|--|--|--|---|-----------|
|  | эукариоты  | «Микроскопические грибы и водоросли»   |   |           |
| 2  | Тема 2 Морфологические особенности и классификация прокариот   | Практическое занятие №2 Тема «Морфотипы бактерий»  | Контроль препаратов                         | 2         |
| <b>Раздел II. Метаболизм микроорганизмов</b> |  |  |   |           |
| 3  | Тема 1-2 Энергетический метаболизм. Конструктивный метаболизм. | Семинар №1 Тема «Метаболизм микроорганизмов»   | устный опрос, ответы на вопросы (письменно) | 2         |
| <b>Раздел III. Микроорганизмы в природе</b>  |  |  |   |           |
| 4  | Тема 1. Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы.      | Семинар №2 Тема «Микроорганизмы в природе»   | устный опрос, ответы на вопросы (письменно) | 2         |
| <b>Раздел IV. Почвенная микробиология</b>    |  |  |   |           |
| 5  | Тема 1. Почва как среда обитания микроорганизмов               | Семинар №3 Тема «Почвенная микробиология»  | устный опрос                                | 2         |
| 6  | Тема 2. Методы исследования почвенных микроорганизмов          | Практическая работа №5 Тема «Определение численности микроорганизмов в почве методом люминесцентной микроскопии» | Защита практической работы                  | 2         |
|  |  | Практическая работа №6 Тема «Определение биологической активности почв методом газовой хроматографии»            | Защита практической работы                  | 2         |
| <b>Итого по дисциплине (модулю)</b>          |  |  |   | <b>14</b> |

### 7.3. Образовательные технологии

Общее количество часов аудиторных занятий, проведённых с применением активных и интерактивных образовательных технологий составляет 6 часов (21,4 % от общей аудиторной трудоемкости дисциплины (модуля)).

#### Активные и интерактивные формы проведения занятий

| № п/п                                   | Тема и форма занятия   |    | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий | Кол-во часов |
|---|--|----|---|--------------|
| 1                                       | Биоразнообразие микроорганизмов  | Л  | Лекция « <i>пресс-конференция</i> »   | 2            |
| 2                                       | Определение численности микроорганизмов в почве методом люминесцентной микроскопии | ПЗ | Мастер-класс специалиста  | 2            |
| 3                                       | Определение биологической активности почв методом газовой хроматографии            | ПЗ | Мастер-класс специалиста  | 2            |
| <b>Всего (лекции 2 час. ПЗ- 4 час.)</b> |  |    |   | <b>6</b>     |

**8. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы аспирантов по дисциплине (модулю):**

**8.1. Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля) «Микробиология»**

Таблица 5 – Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины (модуля)

| № п/п   | № раздела и темы   | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения  | Кол-во часов |
|---|--|--|--------------|
| 1.  | Введение   | Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микроорганизмов в природных процессах, использование в сельском хозяйстве и промышленности. История микробиологии.  | 3            |
| <b>Раздел 1 Биоразнообразие микроорганизмов</b> |  |  | <b>7</b>     |
| 2.  | Тема 1 Микроскопические эукариоты                            | Микроскопические водоросли, грибы, простейшие – систематика, морфологические особенности, циклы развития, распространение и роль в природе.  | 3            |
| 3.  | Тема 2 Морфологические особенности и классификация прокариот | Строение, химический состав и функции отдельных компонентов клеток. Слизистые слои, S-слои, капсулы и чехлы. Строение клеточных стенок грамположительных и грамотрицательных бактерий. L-формы и микоплазмы. Жгутики и фимбрии, расположение, организация, механизм действия. Движение скользящих форм. Реакции таксиса. Клеточная мембрана и внутриклеточные мембранные структуры. Нуклеоид и внехромосомные факторы наследственности. Наследственность и изменчивость. Газовые вакуоли, запасные вещества и другие внутриклеточные включения. Способы размножения. Эндоспоры и другие покоящиеся формы.. | 4            |
| <b>Раздел 2 Метаболизм микроорганизмов</b>      |  |  | <b>15</b>    |
| 4.  | Тема 1 Энергетический метаболизм                             | Основные биоэлементы и микроэлементы, типы питания микроорганизмов. Диффузия и транспорт. Эндо- и экзоцитоз у эукариот. Окисление белков, углеводов, углеводов и других многоуглеродных веществ. Микроорганизмы-метилотрофы. Светящиеся бактерии. Метаногены, их особенности. Ацетогены. Путь Вуда-  | 7            |

| № п/п                                    | № раздела и темы   | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения  | Кол-во часов |
|--|--|--|--------------|
|  |  | Льонгдала. Фототрофные прокариотные и эукариотные микроорганизмы. Состав, организация и функции их фотосинтезирующего аппарата. Оксигенный и аноксигенный фотосинтез. Использование световой энергии галоархеями.  |              |
| 5.                                       | Тема 2 Конструктивный метаболизм                         | Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма, регуляция синтеза ферментов. Индукция и репрессия. Регуляция активности ферментов, аллостерические ферменты и эффекторы, ковалентная модификация ферментов, аденилатный контроль и энергетический заряд клетки.   | 8            |
| <b>Раздел 3 Микроорганизмы в природе</b> |  |  | <b>10</b>    |
| 6.                                       | Тема 1 Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы  | Барофилы. Механизмы устойчивости к осмотическому стрессу. Радиация, характер ее действия на микроорганизмы. Фотореактивация и темновая репарация. Природа антимикробных веществ и области их применения. Мутагены, механизмы их действия и устойчивости к ним.   | 4            |
| 7.                                       | Тема 2 Участие микроорганизмов в биогеохимических циклах | Водная микробиология, озеро как модель водной экосистемы. Циклы веществ в водоемах. Самоочищение водоемов. Морская микробиология. Геологическая микробиология, роль микроорганизмов в выщелачивании пород и формировании коры выветривания. Цикл кальция и карбонатов, рудообразование.  | 6            |
| <b>Раздел 4 Почвенная микробиология</b>  |  |  | <b>8</b>     |
| 8.                                       | Тема 1 Почва как среда обитания микроорганизмов          | Симбиотические и ассоциативные азотфиксирующие бактерии. Микоризные грибы. Взаимодействие микроорганизмов и почвообитающих животных. Почва как естественный ферментер. Приемы, способы и препараты, обеспечивающие направленное регулирование численности микроорганизмов и активности их метаболических процессов. Чередование сельскохозяйственных культур в севообороте как способ биологического регулирования микробиологических процессов. Регулирующее воз- | 4            |

| № п/п | № раздела и темы                                     | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения   | Кол-во часов |
|-------|--|---|--------------|
|       |  | действие органических и минеральных удобрений на микроорганизмы почвы. Обработка и мелиорация как методы регулирования микробиологических процессов в почве.<br>Палеобактериология и эволюция биосферы в докембрии, реликтовые сообщества.  |              |
| 9.    | Тема 2 Методы исследования почвенных микроорганизмов | Прямые методы микроскопирования почв с использованием оптического и электронного микроскопа. Метод капиллярной микроскопии. Метод микробных пейзажей почв. Метод инициированного сообщества. Метод мультисубстратного тестирования. Метод питательных пластин (метод Коха). Принцип селективных питательных сред и его использование при исследовании микроорганизмов почв.<br>Микробиологическая индикация и диагностика типа почвы и почвенного плодородия. | 4            |
|       | Подготовка к кандидатскому экзамену                  |   | 36           |
|       | <b>ВСЕГО</b>   |   | <b>79</b>    |

**9. Форма промежуточной аттестации и оценочные материалы, включающие:**

Паспорт оценочного средства

| № п/п | Контролируемые модули, разделы (темы) дисциплины  | Контролируемый результат освоения дисциплины или его часть  | Оценочные средства |           | Способ контроля                             |
|-------|---|---|--------------------|-----------|---|
|       |   |   | Наименование       | № задания |   |
| 1     | Раздел .II Метаболизм микроорганизмов.<br>Тема 1-2 Энергетический метаболизм. Конструктивный метаболизм | Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области микробиологии | Вопросы к семинару | 1-19      | Устный опрос, ответы на вопросы (письменно) |
| 2     | Раздел III. Микроорганизмы в природе.<br>Тема 1. Влияние факторов внешней среды на                      |   | Вопросы к семинару | 20-30     | Устный опрос, ответы на вопросы (письменно) |



|   |   |  |                    |  |
|---|---|--|--------------------|--|
|   | микроорганизмы.   |  |                    |  |
| 3 | Раздел IV.<br>Почвенная микробиология.<br>Тема 1. Почва как среда обитания микроорганизмов. |  | Вопросы к семинару | 31-55<br>Устный опрос, ответы на вопросы (письменно) |

Показатели и критерии определения уровня сформированности результата освоения дисциплины

| № п/п | Результат освоения дисциплины или его часть   | Уровень сформированности результата освоения дисциплины   |  |  |
|-------|---|---|--|--|
|       |   | Пороговый   | Достаточный  | Повышенный   |
| 1     | Способность к проведению исследований и анализу современных научных положений в области микробиологии | <p>Знать: общие, но не структурированные знания объектах, принципах и методах микробиологии, иметь общее представление об основных научных направлениях микробиологии в объеме, необходимом для профессиональной деятельности</p> <p>Уметь проводить микробиологический анализ в области микробиологии, планировать эксперимент и осуществлять его на практике</p> <p>Владеть основными методами микробиологических исследований, навыками планирования и реализации эксперимента в области сельскохозяйственной микробиологии, основными приемами практического внедрения научных достижений в аграрное производство</p> | <p>Иметь сформированные, но имеющие отдельные пробелы, знания в области микробиологии. Знать объекты, понятия, принципы и методы, ведущие тенденции и основные научные направления микробиологии в объеме, необходимом для профессиональной деятельности</p> <p>Уметь на микробиологический анализ, самостоятельно ставить задачу исследования наиболее актуальных проблем, решаемых в области сельскохозяйственной микробиологии, грамотно планировать эксперимент и осуществлять его на практике; применять научные достижения в аграрном производстве</p> <p>Владеть методами планирования и реализации эксперимента в области сельскохозяйственной микробиологии, агропочвоведении и агроэкологии, приемами практического внедрения научных достижений в аграрное производство</p> | <p>Иметь сформированные систематические знания в области микробиологии. Знать понятия, принципы и методы, ведущие тенденции и основные научные направления микробиологии в объеме, необходимом для профессиональной деятельности</p> <p>Уметь на высоком научно-методическом уровне проводить микробиологический анализ, самостоятельно ставить задачу исследования для решения наиболее актуальных проблем в области сельскохозяйственной микробиологии, грамотно планировать эксперимент и осуществлять его на практике; успешно применять научные достижения в аграрном производстве</p> <p>Свободно владеть классическими и современными методами исследований в области микробиологии, приемами планирования и реализации эксперимента, приемами практического внедрения научных достижений в аграрное производство</p> |



Контрольные задания и иные материалы оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы формирования результата освоения дисциплины «Микробиология»

### **- Контрольные задания**

#### **Вопросы к семинару по теме 2 «Метаболизм микроорганизмов»**

1. Основные биоэлементы и микроэлементы. Источники углерода, азота, фосфора и др. элементов.
2. Типы питания микроорганизмов.
3. Механизмы транспорта питательных веществ.
4. Способы получения энергии микроорганизмами.
5. Фотосинтез Фототрофные прокариотные и эукариотные микроорганизмы.
6. Хемосинтез. Группы хемолитотрофных бактерий и осуществляемые ими процессы
7. Брожение. Роль гликолиза.
8. Типы брожения: молочнокислое гомо- и гетероферментативное брожение, пропионовокислое, маслянокислое, ацетонбутиловое, спиртовое и др.
9. Полное и неполное окисление. Роль цикла трикарбоновых кислот и пентозофосфатного окислительного цикла.
10. Окисление белков, углеводов, углеводородов и других многоуглеродных веществ.
11. Микроорганизмы-метилотрофы.
12. Анаэробные дыхания. Диссимиляционная нитратредукция и денитрификация. Сульфат- и сероредукторы.
13. Метано- и ацетогены, их особенности.
14. Ассимиляция углекислоты микроорганизмами.
15. Ассимиляционная нитратредукция, фиксация молекулярного азота.
16. Свободноживущие, ассоциативные и симбиотические азотфиксаторы.
17. Пути ассимиляции аммония.
18. Синтез основных биополимеров, вторичные метаболиты.
19. Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма. Ферменты.

#### **Вопросы к семинару по теме 3 «Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы»**

20. Общие закономерности влияния температуры на рост микроорганизмов.
21. Психрофилы, мезофилы и термофилы.
22. Механизмы, позволяющие микробам жить при экстремальных температурах.
23. Влияние давления на микроорганизмы. Барофилы и их особенности.
24. Рост микроорганизмов в зависимости от активности воды ( $a_w$ ). Устойчивость микроорганизмов к высушиванию.
25. Особенности осмофилов и галофилов. Механизмы устойчивости к осмотическому стрессу.

26. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду: аэробы и анаэробы. Возможные причины ингибирующего действия кислородного стресса на микроорганизмы.
27. Влияние кислотности среды на рост и активность различных групп микроорганизмов. Ацидозы, нейтрофилы и алкалофилы.
28. Радиация, характер ее действия на микроорганизмы. Фотореактивация и темновая репарация.
29. Природа антимикробных веществ и области их применения.
30. Мутагены, механизмы их действия и устойчивости к ним.

### **Вопросы к семинару по теме «Почва как среда обитания микроорганизмов»**

31. Концепция почвы как множества сред обитания микроорганизмов.
32. Твердая фаза почвы. Природа явления адгезии микроорганизмов.
33. Жидкая фаза почвы. Развитие микроорганизмов в пленках и капиллярах.
34. Газовая фаза почвы.
35. Влияние физических, химических и биологических факторов среды на почвенные микроорганизмы.
36. Структура комплекса (микробоценоза) почвенных микроорганизмов. Концепция микробного пула. Принцип дублирования. Микробные сукцессии в почве.
37. Чем можно объяснить флуктуации численности микроорганизмов в почве?
38. Охарактеризуйте группы сапротрофных микроорганизмов по функции последовательного потребления ресурсов питания.
39. Приведите примеры сапротрофов, относящихся к гидролитикам, копиотрофам, олиготрофам.
40. Приведите примеры представителей K-отбора, L-отбора, r-отбора как экологических стратегий жизни микробных популяций почвы.
41. Роль микроорганизмов в почвообразовательном процессе, образовании гумуса и структуры почв.
42. Какие концепции гумусообразования приняты в почвенной микробиологии?
43. Какие микроорганизмы принимают участие в синтезе и разложении гумуса?
44. Роль растений в формировании микробного сообщества почвы. Взаимодействие микробов с растениями.
45. Микроорганизмы ризосферы и ризопланы. Чем объясняется «ризосферный эффект»?
46. Эпифитные и эндифитные микроорганизмы.
47. Симбиотические и ассоциативные азотфиксирующие бактерии.
48. Микоризные грибы.
49. Роль микроорганизмов в формировании характерных типов почв, самоочищение почвы.
50. Почва как естественный ферментер.

51. Приемы, способы и препараты, обеспечивающие направленное регулирование численности микроорганизмов и активности их метаболических процессов.
52. Чередование сельскохозяйственных культур в севообороте как способ биологического регулирования микробиологических процессов.
53. Регулирующее воздействие органических и минеральных удобрений на микроорганизмы почвы.
54. Приведите примеры сукцессии почвенных микроорганизмов в результате внесения органических и минеральных удобрений.
55. Обработка и мелиорация как методы регулирования микробиологических процессов в почве.

## **Тема 2. Методы исследования почвенных микроорганизмов**

### **Примерные задания для практической работы №6 «Определение биологической активности почв методом газовой хроматографии»**

1. Какие методы Вы рекомендовали бы для определения биологической активности почвы, планируемой для сельскохозяйственного использования? Опишите порядок работ при проведении исследований рекомендуемыми Вами методами и возможные варианты решения проблемы по полученным результатам.

2. При обсуждении вопроса о перспективах использования почвы, длительное время эксплуатировавшейся в условиях высокой пестицидной нагрузки, было принято решение определить ее биологическую активность, основываясь на интегральном показателе - «дыхание почвы». Какой метод Вы рекомендуете для этих целей? Опишите, как Вы будете проводить подготовку проб, ход анализа, расчет базального и субстрат-индуцированного дыхания, микробного метаболического коэффициента? Как Вы оцените полученные параметры и каковы возможные варианты решения проблемы по результатам исследования?

3. Для решения вопроса о возможности использования рекультивированных почв для сельскохозяйственного использования было предложено исследовать их азотфиксирующую активность. Какие методы, с Вашей точки зрения, целесообразно применять в данном случае? Опишите порядок проведения работы и возможные варианты решения проблемы по полученным результатам.

4. Для разработки инновационной технологии повышения плодородия низкопродуктивных орошаемых засоленных почв Туркестанской области р. Казахстан было принято решение провести оценку их биологической активности. Какие лабораторные методы целесообразно использовать в данном случае и какое решение нужно принять в зависимости от полученных результатов?

**-Примерный перечень вопросов к кандидатскому экзамену представлен в Программе кандидатского экзамена, принятой на Ученом совете института и утвержденной профильным проректором.**

## Методические материалы, определяющие процедуру оценивания результатов обучения.

В критерии оценки знаний входят:

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение аспиранта использовать знания при ответе в определенной речевой ситуации;
- четкость и грамотность изложения ответа.

Критерии оценивания ответа аспиранта в ходе кандидатского экзамена

| Оценка                | Критерий  |
|-----------------------|---|
| «ОТЛИЧНО»             | оценку «отлично» заслуживает аспирант, освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал без пробелов; выполнивший все задания, предусмотренные учебным планом на высоком качественном уровне; практические навыки профессионального применения освоенных знаний сформированы. |
| «ХОРОШО»              | оценку «хорошо» заслуживает аспирант, практически полностью освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не оценены максимальным числом баллов, в основном сформировал практические навыки.  |
| «УДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО»   | оценку «удовлетворительно» заслуживает аспирант, частично с пробелами освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, многие учебные задания либо не выполнил, либо они оценены числом баллов близким к минимальному, некоторые практические навыки не сформированы.        |
| «НЕУДОВЛЕТВОРИТЕЛЬНО» | оценку «неудовлетворительно» заслуживает аспирант, не освоивший знания, умения, компетенции и теоретический материал, учебные задания не выполнил, практические навыки не сформированы.   |

**Формы промежуточной аттестации по дисциплине:** кандидатский экзамен.

### 10. Ресурсное обеспечение:

#### 10.1 Перечень основной литературы

1. Биология почв [Текст] : Учебник / Д. Г. Звягинцев, И. П. Бабьева, Г. М. Зенова ; Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова. - 3-е изд., испр. и доп. - М. : МГУ им. М. В. Ломоносова, 2005. - 445 с.
2. Гусев М.В., Микробиология: учебник для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению "Биология" и биологическим специальностям / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. - Москва : Академия, 2010. - 461, [1] с. : ил ; 22. - (Классический учебник) (Classicus). ISBN 978-5-7695-7372-9
3. Микробиология [Текст] : учебник для бакалавров. Рекомендовано УМО вузов РФ для студентов вузов, обучающихся по направлениям и специальностям агрономического образования / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. - 8-е изд., испр. и доп. - Москва : Юрайт, 2012. - 445 с. : ил. - (Высшее образование). - Библиогр.: с. 427-428. - ISBN 978-5-9916-1984-4



4. Нетрусов, А.И. Микробиология [Текст] : учебник для студентов учреждений высшего профессионального образования обучающихся по направлению подготовки "Педагогическое образование " профиль "Биология" / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. - Москва : Академия, 2012. - 378, [1] с. : ил ; 22 см. - (Высшее профессиональное образование) (Педагогическое образование). - ISBN 978-5-7695-8411-
5. Практикум по микробиологии : учебное пособие для студентов высших учебных заведений, обучающихся по направлению 510600 "Биология", специальности 012400 "Микробиология" и биологическим специальностям / под ред. проф. А.И. Нетрусова ; [А.И. Нетрусов и др.]. - М. : Academia, 2005. - 602 с. - (Высшее профессиональное образование. Естественные науки) (Учебное пособие). - ISBN 5-7695-1809-X

## 10.2 Перечень дополнительной литературы

1. Вирусология и биотехнология : учебное пособие / В. И. Плешакова, Н. М. Колычев, Р. Г. Госманов, Н. А. Лещёва. — Омск : Омский ГАУ, 2015. — 128 с. — ISBN 978-5-89764-471-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/64848>— Режим доступа: для авториз. пользователей.
2. Госманов Р.Г., Микробиология: учебное пособие/ Госманов Р.Г., Галиуллин А.К., Волков А.Х., Ибрагимова А.И. - СПб, Изд-во «Лань».-2019.-496 с. ISBN 97-5-8114-3939-3
3. Куранова, Н. Г. Микробиология : учебное пособие / Н. Г. Куранова, Г. А. Купатадзе. — Москва : Прометей, [б. г.]. — Часть 2 : Метаболизм прокариот — 2017. — 100 с. — ISBN 978-5-906879-11-0. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96766> (дата обращения: 25.10.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
4. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебник / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-3719-1. — Текст : электрон-ный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123684> (дата обращения: 25.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
5. Экология микроорганизмов [Текст] : учебник для студентов университетов по специальности 012400 "Биология" и другим биологическим специальностям / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко ; ред. А. И. Нетрусов. - М. : Academia, 2004. - 268 с. - (Высшее образование). - ISBN 5-7695-1566-X

## 10.3 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. Библиотека Российской академии наук (БАН) <http://www.ras.ru/> Доступ не ограничен
1. Библиотека по естественным наукам Российской академии наук (БЕН РАН) <http://www.benran.ru/> Доступ не ограничен



2. Всероссийская государственная библиотека иностранной литературы имени М. И. Рудомино (ВГБИЛ) <http://www.libfl.ru/> Доступ не ограничен
3. Научная библиотека Московского государственного университета им. М. В. Ломоносова (НБ МГУ) <http://www.nbmgu.ru/> Доступ не ограничен
4. Российская государственная библиотека (РГБ) <http://www.rsl.ru>. Доступ не ограничен.
5. Собственная электронная библиотека. Свидетельство о регистрации ЭР № 20163 от 03.06.2014 г. Доступ не ограничен. <http://pgsha.ru/web/generalinfo/library/elib/>
6. Центральная научная сельскохозяйственная библиотека Российской академии сельскохозяйственных наук (ЦНСХБ Россельхозакадемии) <http://www.cnsnb.ru/> Доступ не ограничен
7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) (Контракт №07/17 –ЕД от 30 марта 2017 г.). Доступ не ограничен
8. On-line библиотека <http://www.bestlibrary.ru>. Доступ не ограничен

#### **10.4 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса, включая программное обеспечение, информационные справочные системы:**

1. Academic Search Premier - <http://www.ebscohost.com/academic/academic-searchpremier>
2. Ulrich's Periodical Directory - <http://ulrichsweb.serialssolutions.com>
3. Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/>
4. Зарубежная база данных реферируемых научных журналов Agris - <http://agris.fao.org>

#### **10.5 Описание материально-технической базы.**

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) «Микробиология» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. лекционную аудиторию, оснащенную мультимедийным оборудованием
2. учебные лаборатории, оснащенные специализированной мебелью, приборами и оборудованием для проведения микробиологических анализов
3. помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду
4. вспомогательные специализированные помещения для подготовки питательных сред и лабораторной посуды для проведения микробиологических анализов

Кафедра располагает следующими учебными приборами и инструментами: микроскопами исследовательского класса, хроматографом, микробиологическим экспресс-анализатором, термостатами, ламинарными боксами, бактерицидными облучателями, платформами-шейкерами, водяными банями, пробоотборниками воздуха, фильтровальными установками, колбонагревателями, цен-

трифугами, рН-метрами, материалами, необходимые для приготовления бактериальных препаратов, компьютерами.

### **10.5.1 Требования к аудиториям (помещениям, местам) для проведения занятий**

Для реализации программы подготовки по дисциплине (модулю) «Микробиология» перечень материально-технического обеспечения включает:

1. лекционную аудиторию, оснащенную мультимедийным оборудованием;
2. учебные и научные лаборатории, оснащенные специализированной мебелью, приборами и оборудованием для проведения микробиологических анализов;
3. помещения для самостоятельной работы обучающихся, оснащенные компьютерной техникой с подключением к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду;
4. вспомогательные специализированные помещения для подготовки питательных сред и лабораторной посуды для проведения микробиологических анализов.

### **10.5.2 Требования к специализированному оборудованию**

Проведение лабораторно-практических занятий осуществляется в аудиториях, оборудованных специализированной мебелью, компьютерами, приборами и оборудованием для проведения научно-исследовательской работы и практики. Кафедра располагает следующими учебными приборами и инструментами: микроскопами исследовательского класса, хроматографом, микробиологическим экспресс-анализатором, термостатами, ламинарными боксами, бактерицидными облучателями, платформами-шейкерами, водяными банями, пробоотборниками воздуха, фильтровальными установками, колбонагревателями, центрифугами, рН-метрами, автоклавами, холодильниками и низкотемпературным морозильником, химической посудой, рективами и материалами, необходимые для приготовления бактериальных препаратов.

## **11. Методические рекомендации аспирантам по освоению дисциплины (модуля)**

Самостоятельная работа аспирантов над материалом по дисциплине «Микробиология» заключается в систематической работе с учебной и научной литературой, конспектами лекций, методическими материалами, а также с Интернет-источниками. Изучение теоретического материала проводится аспирантами по конспектам прослушанных лекций и разработанным демонстрационным презентациям для каждой главы и темы курса. Использование этих материалов настоятельно рекомендуется при самостоятельном изучении разделов дисциплины». Использование слайд-лекций при самостоятельном изучении теоретического материала позволяет получить более детальную информацию о предмете. Это существенно повышает качество усвоения изучаемого материала.



ла. После прочтения лекции рекомендуется самостоятельно воспроизвести ее содержание в виде графического конспекта с необходимыми схемами, основными понятиями и пояснениями.

Предусмотрено проведение лабораторных экспериментов и наблюдений за изучаемыми объектами. На практических занятиях основное внимание будет уделяться изучению наиболее сложных вопросов и теоретическому обоснованию основных понятий и подходов.

Для каждого аспиранта составляется индивидуальная программа научных исследований (общая, годовая, для конкретного опыта). Аспиранты знакомятся с научной литературой в библиотеке кафедры, в ЦНБ им. Н.И. Железнова, в ЦНСХБ.

Аспиранты должны приходиться на эти занятия подготовленными, предварительно изучив материал лекций и проработав основную и дополнительную литературу. В ходе самостоятельной работы, если при прочтении лекции возникают вопросы, аспирант может проконсультироваться у преподавателя по электронной почте или на периодических очных консультациях.

Самостоятельная работа способствует развитию таких профессиональных компетенций, как решение поставленной перед аспирантом задачи, сбор и аналитический анализ литературных данных, умение сделать обоснованное заключение.

## **12. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине (модулю)**

Учебная дисциплина «Микробиология» имеет теоретическую и прикладную направленность. Теоретический курс (лекции) по дисциплине рекомендуется преподавать в виде презентаций с использованием мультимедийного оборудования. При проведении практических занятий необходимо делить группу аспирантов на подгруппы не более 10 человек. В противном случае невозможно обеспечить безопасность аспирантов и качество выполняемой ими работы. Занятие, посвященное изучению структуры микробного комплекса методом посева, целесообразно проводить в малых группах по 2-3 человека. Семинарские занятия рекомендуется проводить в формате круглого стола, который подразумевает индивидуальные выступления аспирантов по предложенным вопросам с последующим обсуждением. Контроль тетрадей предполагает предоставление преподавателю оформленной рабочей тетради с обязательным заполнением всех граф, приготовленных на занятии препаратов микроорганизмов и способности учащегося ответить на вопросы по теме работы. Аспиранты должны знать латинские названия микроорганизмов, изучаемых на практических занятиях. Для планомерного освоения дисциплины целесообразно каждое занятие задавать для самостоятельного изучения конкретные разделы в соответствии с изучаемой темой.

**Авторы рабочей программы:**

А.А.Ванькова, к.б.н., доцент

О.В.Селицкая к.б.н., доцент

