



**МИНОБРНАУКИ РОССИИ**  
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
**«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**  
ФГБОУ ВО «ИГУ»  
**Кафедра микробиологии**

УТВЕРЖДАЮ

Декан биолого-почвенного факультета

А. Н. Матвеев  
«21» марта 2025 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Б1.В.ДВ.1.1 Элективный модуль "Микробиология"

Наименование дисциплины: Б1.В.ДВ.1.1.3 «ЭКОЛОГИЯ МИКРООРГАНИЗМОВ»

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Биология»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного  
факультета  
Протокол № 5 от «21» марта 2025 г.

Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:  
Протокол № 7  
От «10» марта 2025 г.

Зав. кафедрой О. Ф. Вятчина

Иркутск 2025 г.

## Содержание

|                                                                                                                                                    | стр. |
|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|
| I. Цель и задачи дисциплины .....                                                                                                                  | 3    |
| II. Место дисциплины в структуре ОПОП .....                                                                                                        | 3    |
| III. Требования к результатам освоения дисциплины .....                                                                                            | 3    |
| IV. Содержание и структура дисциплины .....                                                                                                        | 5    |
| 4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов ..... | 5    |
| 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине ...                                                                        | 7    |
| 4.3 Содержание учебного материала .....                                                                                                            | 11   |
| 4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ .....                                                                        | 13   |
| 4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов .....                              | 14   |
| 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов ...                                                                     | 15   |
| 4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов) .....                                                                                            | 17   |
| V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины .....                                                                               | 17   |
| а) перечень литературы .....                                                                                                                       | 17   |
| б) список авторских методических разработок .....                                                                                                  | 17   |
| в) базы данных, поисково-справочные и информационные системы .....                                                                                 | 17   |
| VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины .....                                                                                           | 18   |
| 6.1. Учебно-лабораторное оборудование .....                                                                                                        | 18   |
| 6.2. Программное обеспечение .....                                                                                                                 | 19   |
| 6.3. Технические и электронные средства обучения .....                                                                                             | 19   |
| VII. Образовательные технологии .....                                                                                                              | 19   |
| VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации.....                                                                    | 20   |

## I. Цель и задачи дисциплины:

**Цель:** формирование у студентов базовых знаний в области фундаментальной и прикладной экологии микроорганизмов и способности использовать полученные знания для решения профессиональных задач в сфере охраны окружающей среды.

### **Задачи:**

- сформировать у студентов знания о процессах взаимодействия микроорганизмов со средой обитания, их жизненных стратегиях и адаптационных приспособлениях;
- дать представление о структурных и функциональных особенностях микробных сообществ, их значении для биосферы; познакомить с классическими и молекулярно-биологическими методами исследования микробных сообществ;
- рассмотреть микробные сообщества водных и наземных сред;
- осветить роль микроорганизмов в формировании и поддержании газового состава атмосферы;
- показать многообразие взаимоотношений микроорганизмов между собой и с представителями других групп живого мира;
- сформировать знания о роли микроорганизмов в круговоротах биогенных элементов и значении в процессах химической трансформации веществ;
- познакомить с важнейшими прикладными аспектами экологии микроорганизмов, показать возможности и значение микроорганизмов для решения проблем загрязнения окружающей среды и разработки экологически безопасных технологий.

## II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.ДВ.1.1.3 «Экология микроорганизмов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: «Микробиология и вирусология», «Общая экология», «Физиология и биохимия микроорганизмов», «Цитология и систематика микроорганизмов».

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: «Экобиотехнология», «Антибиотики», «Биоремедиация», «Биоповреждения», «Большой практикум по профилю», выполнение ВКР.

## III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.03.01 «Биология», профиль «Биология»:

ПК-1: способен использовать базовые теоретические знания о разнообразии, структурной организации, функционировании биологических систем и особенностях их взаимодействия с окружающей средой.

### Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

| Компетенция                   | Индикаторы компетенций            | Результаты обучения                                                                          |
|-------------------------------|-----------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------|
| ПК-1<br>Способен использовать | ИДК ПК 1.1<br>Использует знания о | Знать: экологические стратегии и адаптационные приспособления микроорганизмов; структурные и |

|                                                                                                                                                                          |                                                                                                                                                                                                                           |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                       |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>базовые теоретические знания о разнообразии, структурной организации, функционировании биологических систем и особенностях их взаимодействия с окружающей средой.</p> | <p>разнообразии организмов, их строении, физиологии, метаболизме, генетике, систематике, экологии, а также их биотехнологическом потенциале для решения профильных научно-исследовательских и производственных задач.</p> | <p>функциональные особенности микробных сообществ водных и наземных сред; роль микроорганизмов в создании биосферы и поддержании ее экологического баланса; значение микроорганизмов в биогеоценотическом обмене веществ; многообразие типов взаимоотношений микроорганизмов между собой и с другими организмами; прикладные аспекты экологии микроорганизмов.</p> <p>Уметь: использовать полученные теоретические знания для решения фундаментальных и прикладных задач экологии микроорганизмов, а также для освоения последующих дисциплин микробиологического профиля.</p> <p>Владеть: терминологией, используемой в экологической микробиологии.</p>                             |
|                                                                                                                                                                          | <p><i>ИДК ПК 1.2</i></p> <p>Применяет системный подход для разработки и проведения научного эксперимента.</p>                                                                                                             | <p>Знать: основные методы экологической микробиологии, необходимые для изучения жизнедеятельности микроорганизмов <i>in vitro</i> и <i>in situ</i>, структуры и функционирования микробных сообществ; приемы работы с научной и методической литературой в области экологии микроорганизмов.</p> <p>Уметь: использовать специальные методические подходы для решения профессиональных задач в сфере фундаментальных разделов экологии микроорганизмов и охраны окружающей среды; осуществлять поиск научной литературы по теме исследования, ее реферирование.</p> <p>Владеть: приемами классических и современных методов исследования, используемых в экологии микроорганизмов.</p> |

#### IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

**Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 0,72 зачетных единицы, 26 часов на экзамен.**

Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 22 часа.

**Форма промежуточной аттестации:** экзамен.

**4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов**

| №<br>п/п | Раздел дисциплины/тема                                                                                                                                                                                     | Семестр | Всего часов | Из них практическая<br>подготовка обучающихся | Виды учебной работы,<br>включая самостоятельную работу обучающихся,<br>практическую подготовку и трудоемкость<br>(в часах) |                                                       |              | Самостоятельн<br>ая работа | Форма текущего<br>контроля<br>успеваемости/<br>Форма<br>промежуточной<br>аттестации<br>(по семестрам) |
|----------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------|-------------|-----------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------|--------------|----------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|          |                                                                                                                                                                                                            |         |             |                                               | Контактная работа преподавателя с<br>обучающимися                                                                          |                                                       |              |                            |                                                                                                       |
|          |                                                                                                                                                                                                            |         |             |                                               | Лекция                                                                                                                     | Семинар/<br>Практическое,<br>лабораторное<br>занятие/ | Консультация |                            |                                                                                                       |
| 1        | 2                                                                                                                                                                                                          | 3       | 4           | 5                                             | 6                                                                                                                          | 7                                                     | 8            | 9                          | 10                                                                                                    |
| 1        | Тема 1. Предмет, цель и задачи курса «Экология микроорганизмов». История развития экологии микроорганизмов как науки. Направления современной экологии микроорганизмов. Методы экологической микробиологии | 6       | 8,1         |                                               | 2                                                                                                                          | 4                                                     | 0,1          | 2                          | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад                                                                       |
| 2        | Тема 2. Аутэкология микроорганизмов                                                                                                                                                                        | 6       | 9,2         |                                               | 2                                                                                                                          | 4                                                     | 0,2          | 3                          | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад                                                                       |
| 3        | Тема 3. Сообщества микроорганизмов                                                                                                                                                                         | 6       | 9,2         |                                               | 2                                                                                                                          | 4                                                     | 0,2          | 3                          | Коллоквиум                                                                                            |

|   |                                                                   |   |     |  |   |   |     |   |                                                      |
|---|-------------------------------------------------------------------|---|-----|--|---|---|-----|---|------------------------------------------------------|
|   |                                                                   |   |     |  |   |   |     |   | Реферат<br>Доклад                                    |
| 4 | Тема 4. Микроорганизмы и атмосфера                                | 6 | 8,1 |  | 2 | 4 | 0,1 | 2 | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад                      |
| 5 | Тема 5. Микробные сообщества водных экосистем                     | 6 | 9,1 |  | 2 | 4 | 0,1 | 3 | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад                      |
| 6 | Тема 6. Экология почвенных микроорганизмов                        | 6 | 8,1 |  | 2 | 4 | 0,1 | 2 | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад                      |
| 7 | Тема 7. Роль микроорганизмов в биогеоценоотическом обмене веществ | 6 | 9,1 |  | 2 | 4 | 0,1 | 3 | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад<br>Письменная работа |
| 8 | Тема 8. Прикладная экология микроорганизмов                       | 6 | 9,1 |  | 2 | 4 | 0,1 | 3 | Реферат<br>Доклад                                    |

#### 4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

| Семестр | Название раздела, темы                                                                                                                                                                                     | Самостоятельная работа обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |                     | Оценочное средство              | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                            |
|---------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                                                                                                                                                                                            | Вид самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Сроки выполнения | Трудоемкость (час.) |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |
| 6       | Тема 1. Предмет, цель и задачи курса «Экология микроорганизмов». История развития экологии микроорганизмов как науки. Направления современной экологии микроорганизмов. Методы экологической микробиологии | Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.<br>Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу: «Классические методы исследования структуры микробных сообществ».<br>Написание реферата по теме: «Молекулярно-биологические методы изучения микробных сообществ».<br>Подготовка доклада и презентации по теме реферата. | 25 нед.          | 2                   | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | Экология микроорганизмов : учеб. для студ. вузов. / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.; под ред. А.И. Нетрусова. – М. : Издательство «Юрайт», 2015. – 267 с.<br>Громов Б. В. Экология бактерий / Б. В. Громов, Г. В. Павленко – Л. : ЛГУ, 1989. – 248 с.<br>Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с.<br>Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> )       |
| 6       | Тема 2. Аутэкология микроорганизмов                                                                                                                                                                        | Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.<br>Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: «Токсические эффекты молекулярного кислорода и его производных», «Защитные механизмы клеток прокариот», «Соединения и ионы, токсичные для микроорганизмов».                                                            | 28 нед.          | 3                   | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | Экология микроорганизмов : учеб. для студ. вузов. / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.; под ред. А.И. Нетрусова. – М. : Издательство «Юрайт», 2015. – 267 с.<br>Громов Б. В. Экология бактерий / Б. В. Громов, Г. В. Павленко – Л. : ЛГУ, 1989. – 248 с.<br>Гусев М. В. Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с.<br>Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) |

| Семестр | Название раздела, темы             | Самостоятельная работа обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                   |                  |                     | Оценочное средство              | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                    | Вид самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           | Сроки выполнения | Трудоемкость (час.) |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6       | Тема 3. Сообщества микроорганизмов | Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.<br>Письменная работа – составление схем трофических отношений: а) в метаногенном сообществе; б) в сульфидогенном сообществе; в) в аноксигенном фототрофном сообществе.<br>Написание реферата по выбранной теме: «Цианобактериальные маты», «Биопленки», «Микробиота человека», «Стратегии паразитизма у микроорганизмов», «Энтомопатогенные микроорганизмы», «Фитопатогенные микроорганизмы».<br>Подготовка доклада и презентации по теме реферата. | 31 нед.          | 3                   | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | Экология микроорганизмов : учеб. для студ. вузов. / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.; под ред. А.И. Нетрусова. – М. : Издательство «Юрайт», 2015. – 267 с.<br>Заварзин Г. А. Введение в природоведческую микробиологию : Учеб. пособие / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – М. : Книжный дом «Университет», 2001. – 256 с.<br>Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) |
| 6       | Тема 4. Микроорганизмы и атмосфера | Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.<br>Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросу: «Парниковый эффект и микроорганизмы».                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              | 33 нед.          | 2                   | Коллоквиум                      | Заварзин Г. А. Введение в природоведческую микробиологию : Учеб. пособие / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – М. : Книжный дом «Университет», 2001. – 256 с.<br>Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> )                                                                                                                                                                                           |

| Семестр | Название раздела, темы                        | Самостоятельная работа обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |                     | Оценочное средство              | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------|-----------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|---------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|         |                                               | Вид самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Сроки выполнения | Трудоемкость (час.) |                                 |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6       | Тема 5. Микробные сообщества водных экосистем | Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.<br>Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: «Эвтрификация водоемов», «Самоочищение водоемов», «Зоны сапробности и индикаторные микроорганизмы».<br>Написание реферата по выбранной теме: «Океаны как среда обитания микроорганизмов», «Микробные сообщества гидротермальных вентов», «Микробные сообщества болотных экосистем». Подготовка доклада и презентации по теме реферата. | 35 нед.          | 3                   | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | Экология микроорганизмов : учеб. для студ. вузов. / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.; под ред. А.И. Нетрусова. – М. : Издательство «Юрайт», 2015. – 267 с.<br>Заварзин Г. А. Введение в природоведческую микробиологию : Учеб. пособие / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – М. : Книжный дом «Университет», 2001. – 256 с.<br>Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) |
| 6       | Тема 6. Экология почвенных микроорганизмов    | Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.<br>Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: «Самоочищение почвы», «Патогенные микроорганизмы, обнаруживаемые в почве».<br>Написание реферата по теме: «Биоремедиация нефтезагрязненных почв». Подготовка доклада и презентацию по теме реферата.                                                                                                                                   | 37 нед.          | 2                   | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | Экология микроорганизмов : учеб. для студ. вузов. / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.; под ред. А.И. Нетрусова. – М. : Издательство «Юрайт», 2015. – 267 с.<br>Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> )                                                                                                                                                                  |

| Семестр                                                                                                                         | Название раздела, темы                                           | Самостоятельная работа обучающихся                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |                  |                     | Оценочное средство                                   | Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                              |
|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------|---------------------|------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|                                                                                                                                 |                                                                  | Вид самостоятельной работы                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Сроки выполнения | Трудоемкость (час.) |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| 6                                                                                                                               | Тема 7. Роль микроорганизмов в биогеоценотическом обмене веществ | Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.<br>Самостоятельное изучение теоретического материала по вопросам: «Участие микроорганизмов в круговороте железа», «Участие микроорганизмов в круговороте фосфора».<br>Письменная работа – составление схем круговоротов углерода, азота, серы, фосфора, железа.                                                                                                                          | 38 нед.          | 3                   | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад<br>Письменная работа | Экология микроорганизмов : учеб. для студ. вузов. / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.; под ред. А.И. Нетрусова. – М. : Издательство «Юрайт», 2015. – 267 с.<br>Заварзин Г. А. Введение в природоведческую микробиологию : Учеб. пособие / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – М. : Книжный дом «Университет», 2001. – 256 с.<br>Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> ) |
| 6                                                                                                                               | Тема 8. Прикладная экология микроорганизмов                      | Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы.<br>Написание реферата по выбранной теме: «Микробиологические методы переработки твердых бытовых отходов», «Микробная деградация ксенобиотиков», «Биологическая очистка сточных вод», «Получение биогаза метана», «Биопрепараты на основе азотфиксирующих бактерий», «Повреждения микроорганизмами материалов и способы их защиты».<br>Подготовка доклада и презентации по теме реферата. | 39 нед.          | 3                   | Реферат<br>Доклад                                    | Экология микроорганизмов : учеб. для студ. вузов. / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.; под ред. А.И. Нетрусова. – М. : Издательство «Юрайт», 2015. – 267 с.<br>Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с.<br>Лекции-презентации (ЭИОС ИГУ - <a href="https://educa.isu.ru">https://educa.isu.ru</a> )                                                     |
| Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 21                                                                     |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                     |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |
| Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 4 |                                                                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                           |                  |                     |                                                      |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                     |

### **4.3 Содержание учебного материала**

**Тема 1. Предмет, цель и задачи курса «Экология микроорганизмов». История развития экологии микроорганизмов как науки. Направления современной экологии микроорганизмов. Методы экологической микробиологии**

Основной предмет изучения дисциплины, цели и задачи экологии микроорганизмов. Биосфера и микроорганизмы. История развития экологии микроорганизмов. С. Н. Виноградский и М. Бейеринк – основоположники экологического направления в микробиологии. Вклад В. П. Омелянского, Н. Г. Холодного, Б. Н. Перфильева, Б. Л. Исаченко и других ученых в развитие экологии микроорганизмов как науки. Направления современной экологии: аутэкология, синэкология, популяционная экология, системная экология.

Классические и молекулярно-биологические методы исследования структуры микробных сообществ. Методы изучения активности микроорганизмов в природе.

### **Тема 2. Аутэкология микроорганизмов**

Влияние на жизнедеятельность микроорганизмов абиотических факторов среды. Кардинальные точки роста: минимум, оптимум, максимум. Толерантность.

Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду. Токсические эффекты молекулярного кислорода и его производных; защитные механизмы клеток микроорганизмов.

Влияние высоких и низких температур на жизнедеятельность микроорганизмов. Психрофильные и психротропные микроорганизмы. Механизмы психрофилии. Таксономическое разнообразие психрофилов и психротрофов, места обитания, значение в природе и для человека. Мезофильные микроорганизмы: разнообразие, распространение в природе. Группировки микроорганизмов по отношению к высоким температурам. Факультативные и облигатные термофилы, экстремальные термофилы и гипертермофилы. Представители бактерий и архей, устойчивых к высоким температурам. Механизмы термофилии. Использование низких температур для длительного хранения культур микроорганизмов. Использование высоких температур для инактивации микроорганизмов.

Влияние pH среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Нейтрофилы, ацидофилы, алкалофилы. Механизмы pH-гомеостаза.

Микроорганизмы и водная активность среды. Осмотолерантные и осмофильные микроорганизмы. Галофилы. Механизмы осморегуляции и осмопротекторные вещества. Ксерофилия.

Фотосинтетически активная радиация для разных групп фототрофов. Влияние УФ-излучения и ионизирующего излучения на микроорганизмы. Механизмы радиоустойчивости.

Влияние гидростатического давления на жизнедеятельность микроорганизмов. Облигатные и баротолерантные барофилы. Механизмы барофилии.

Влияние магнитных полей и земного тяготения на микроорганизмы.

Соединения и ионы, токсичные для микроорганизмов. Эффект Арндт-Шульца.

Концентрация питательных веществ. Копиотрофы и олиготрофы.

Экстремальные условия и приспособление к ним микроорганизмов. Экстремофильные микроорганизмы.

### **Тема 3. Сообщества микроорганизмов**

Микробное сообщество как целостность. Трофические взаимодействия в микробном сообществе. Кооперация и конкуренция. Кооперативные трофические взаимоотношения. Продукт-субстратные взаимодействия между организмами. Трофические цепи и сети. Термодинамические требования к сообществу и отдельным организмам в нем. Экофизиологические группы в сообществе: первичные продуценты, деструкторы и их

специализация по субстратам. Копиотрофы (зимогены), гидролитики, диссиптрофы, первичные анаэробы, вторичные анаэробы. Гидрогенотрофные и ацетотрофные организмы. Анаэробное окисление летучих жирных кислот. Межвидовой перенос водорода и катаболическая синтрофия. Развитие сообщества от колонизации до климакса. Сукцессия. Конкуренция за субстрат и правило конкурентного вытеснения. Жизненные стратегии. К-стратеги, г-стратеги, L-стратеги. Конкуренция между группами в сообществе. Антибиоз и продукция физиологически активных веществ. Симбиотические взаимоотношения между микроорганизмами. Метабиоз и синтрофия. Кооперация и консорциумы. Биопленки. Циано-бактериальное сообщество как прототип взаимодействия в сообществе.

Анаэробные сообщества. Метаногенное сообщество. Сульфидогенное сообщество. Аноксигенное фототрофное сообщество. Бактериальный окислительный фильтр и газотрофы. Аэробное сообщество.

Взаимодействия микроорганизмов с представителями других групп живого мира. Прокариоты и протисты. Эндосимбионты и эпибионты. Симбиозы метаногенных бактерий и морских анаэробных простейших. Гидрогеносомы. Симбиотрофное питание. Симбиозы прокариот и морских беспозвоночных животных. Трофосомы. Симбионты насекомых (внеклеточные и внутриклеточные). Мицетомы. Насекомые – переносчики возбудителей инфекционных болезней животных и растений. Симбиозы микроорганизмов с растительными животными. Микробные сообщества рубца жвачных. Симбионтное пищеварение. Нормальная микрофлора человека, ее функции и значение.

Микробно-растительные взаимодействия. Альго-бактериальные взаимодействия. Микроорганизмы ризосферы и ризопланы, филлосферы и филлопланы. Симбиотические взаимоотношения микроорганизмов и растений.

Микроорганизмы как контролирующие агенты в макросистемах. Фитопатогенные микроорганизмы. Энтомопатогенные микроорганизмы. Патогенные для человека микроорганизмы. Стратегии паразитизма. Патогенность и вирулентность. LD<sub>50</sub>, DLM. Факторы патогенности.

#### **Тема 4. Микроорганизмы и атмосфера**

Роль микроорганизмов в формировании газового состава атмосферы. Источники, стоки, резервуары газов атмосферы. Создание кислородной атмосферы в результате дисбаланса между продукцией и деструкцией органического вещества. Бактерии как важнейший фактор поддержания микрокомпонентного состава атмосферы. Дыхание почвы и продукция CO<sub>2</sub>. Газогенерирующие анаэробные сообщества. Окислительный бактериальный фильтр. Парниковый эффект и микроорганизмы.

Атмосфера как среда обитания микроорганизмов. Способы попадания микроорганизмов в воздух. Микрофлора воздуха. Микрофлора воздуха закрытых помещений. Микробный аэрозоль. Санитарно-микробиологические исследования воздуха.

#### **Тема 5. Микробные сообщества водных экосистем**

Вода как среда обитания микроорганизмов. Классификация водоемов. Физико-химические свойства водной массы. Стратификация водоемов. Микроорганизмы аэробной зоны. Микроорганизмы микроаэрофильной зоны. Микроорганизмы анаэробной зоны. Микроорганизмы донных отложений. Иловая микрофлора. Микробиологические процессы, осуществляемые микроорганизмами в эпилимнионе, гипolimнионе, иловых отложениях. Поверхностная пленка воды как первая экологическая ниша в эпилимнионе. Микрофлора льда. Эвтрификация водоемов. Самоочищение водоемов. Зоны сапробности и индикаторные микроорганизмы. Роль микроорганизмов в самоочищении водоема.

Морская микробиология. Пелагиаль и олиготрофный океан. Микробные сообщества гидротермальных вентов. Микрофлора донных отложений глубоководных частей океана.

### Тема 6. Экология почвенных микроорганизмов

Специфика почвы как среды обитания микроорганизмов. Пространственная гетерогенность почв. Почвенные горизонты. Почва как трехфазная система. Твердая фаза почвы. Адгезия и развитие микроорганизмов на поверхности почвенных частиц. Жидкая фаза почвы. Газовая фаза почвы.

Концепция строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов. Почва как множество сред обитания микроорганизмов. Принцип микроразнообразия. Микробный пул. Пул метаболитов. Принцип дублирования физиолого-биохимических процессов в почве. Микробная сукцессия в почве.

Функциональная роль почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в процессах почвообразования. Разложение лигноцеллюлозы микробными сообществами как доминирующий и характерный для почв трофический маршрут. Образование гумуса и его распад. Автохтонная и зимогенная микрофлора почвы. Взаимодействие микроорганизмов с растениями. Самоочищение почвы. Патогенные микроорганизмы, обнаруживаемые в почве. Сроки выживания патогенных микроорганизмов в почве.

### Тема 7. Роль микроорганизмов в биогeoценотическом обмене веществ

Водные и наземные среды: энергетический поток, круговорот элементов (углерода, азота, фосфора, серы и др.). Сопряжение биогeoхимических циклов. Основные функциональные группировки организмов цикла органического углерода. Основные группы микроорганизмов цикла азота: азотфиксаторы, аммонификаторы, нитрификаторы, нитратредукторы, денитрификаторы. Основные группы микроорганизмов цикла серы: сульфат-редукторы, серо-редукторы, серобактерии, тионовые бактерии, аноксигенные серные фотосинтезирующие бактерии. Участие микроорганизмов в круговороте фосфора. Основные группы микроорганизмов цикла железа: аэробные железобактерии, железоредукторы, магнетитобразующие бактерии, магнитотаксические бактерии. Геохимическая деятельность микроорганизмов.

### Тема 8. Прикладная экология микроорганизмов

Роль микроорганизмов в очистке окружающей среды. Самоочищение природных сред. Контроль состояния природной среды. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов. Дegradaция ксенобиотиков. Борьба с загрязнениями нефтью.

Очистка сточных вод. Аэротенки. Метантенки. Сообщества очистных сооружений. Очистка воды для потребления.

Биологическая обработка органических отходов. Обработка твердых бытовых отходов. Компостирование. Твердофазная анаэробная ферментация.

Использование микроорганизмов в биотехнологии. Получение биотоплива. Бактериальная гидрометаллургия.

Микроорганизмы – возбудители биоповреждений различных материалов.

#### 4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

| № п/п | № раздела и темы | Наименование семинаров, практических и лабораторных работ                | Трудоемкость (час.) |                                | Оценочные средства              | Формируемые компетенции (индикаторы) *                |
|-------|------------------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------|--------------------------------|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
|       |                  |                                                                          | Всего часов         | Из них практическая подготовка |                                 |                                                       |
| 1     | 2                | 3                                                                        | 4                   | 5                              | 6                               | 7                                                     |
| 1     | Тема 1           | История развития экологии микроорганизмов как науки.<br>Предмет, задачи, | 2                   |                                | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | <b>ПК-1</b><br><i>ИДК ПК 1.1</i><br><i>ИДК ПК 1.2</i> |

|   |               |                                                                          |   |  |                                 |                                                       |
|---|---------------|--------------------------------------------------------------------------|---|--|---------------------------------|-------------------------------------------------------|
|   |               | направления экологии микроорганизмов. Методы экологической микробиологии |   |  |                                 |                                                       |
| 2 | <b>Тема 2</b> | Аутэкология микроорганизмов                                              | 2 |  | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | <b>ПК-1</b><br><i>ИДК ПК 1.1</i><br><i>ИДК ПК 1.2</i> |
| 3 | <b>Тема 3</b> | Взаимоотношения микроорганизмов между собой и с другими организмами      | 1 |  | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | <b>ПК-1</b><br><i>ИДК ПК 1.1</i><br><i>ИДК ПК 1.2</i> |
| 4 | <b>Тема 3</b> | Микробное сообщество                                                     | 1 |  | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | <b>ПК-1</b><br><i>ИДК ПК 1.1</i><br><i>ИДК ПК 1.2</i> |
| 5 | <b>Тема 4</b> | Микроорганизмы и атмосфера                                               | 2 |  | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | <b>ПК-1</b><br><i>ИДК ПК 1.1</i><br><i>ИДК ПК 1.2</i> |
| 6 | <b>Тема 5</b> | Микробные сообщества водных экосистем                                    | 2 |  | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | <b>ПК-1</b><br><i>ИДК ПК 1.1</i><br><i>ИДК ПК 1.2</i> |
| 7 | <b>Тема 6</b> | Экология почвенных микроорганизмов                                       | 2 |  | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | <b>ПК-1</b><br><i>ИДК ПК 1.1</i><br><i>ИДК ПК 1.2</i> |
| 8 | <b>Тема 7</b> | Роль микроорганизмов в биогеоценотическом обмене веществ                 | 2 |  | Коллоквиум<br>Реферат<br>Доклад | <b>ПК-1</b><br><i>ИДК ПК 1.1</i>                      |
| 9 | <b>Тема 8</b> | Прикладная экология микроорганизмов                                      | 2 |  | Реферат<br>Доклад               | <b>ПК-1</b><br><i>ИДК ПК 1.1</i><br><i>ИДК ПК 1.2</i> |

**4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)**

| 1. | Тема                                                                                                                                                                                                        | Задание                                                                                                      | Формируемая компетенция | ИДК               |
|----|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|-------------------|
| 1  | Тема 1 «Предмет, цель и задачи курса «Экология микроорганизмов». История развития экологии микроорганизмов как науки. Направления современной экологии микроорганизмов. Методы экологической микробиологии» | Изучить теоретический материал по вопросу: «Классические методы исследования структуры микробных сообществ». | ПК-1                    | <i>ИДК ПК 1.2</i> |
| 2  | Тема 2 «Аутэкология микроорганизмов»                                                                                                                                                                        | Изучить теоретический материал по вопросам: «Токсические эффекты                                             | ПК-1                    | <i>ИДК ПК 1.1</i> |

|   |                                                                   |                                                                                                                                                                                                                                                            |      |                          |
|---|-------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------|--------------------------|
|   |                                                                   | молекулярного кислорода и его производных. Защитные механизмы клеток прокариот». «Соединения и ионы, токсичные для микроорганизмов».                                                                                                                       |      |                          |
| 3 | Тема 3 «Сообщества микроорганизмов»                               | Составить схему трофических отношений (письменная работа):<br>а) в метаногенном сообществе;<br>б) в сульфидогенном сообществе;<br>в) в анаэробном фототрофном сообществе.                                                                                  | ПК-1 | ИДК ПК 1.1               |
| 4 | Тема 4 «Микроорганизмы и атмосфера»                               | Изучить теоретический материал по вопросу: «Парниковый эффект и микроорганизмы».                                                                                                                                                                           | ПК-1 | ИДК ПК 1.1               |
| 5 | Тема 5 «Микробные сообщества водных экосистем»                    | Изучить теоретический материал по вопросам: «Эвтрификация водоемов». «Самоочищение водоемов. Зоны сапробности и индикаторные микроорганизмы».                                                                                                              | ПК-1 | ИДК ПК 1.1<br>ИДК ПК 1.2 |
| 6 | Тема 6 «Экология почвенных микроорганизмов»                       | Изучить теоретический материал по вопросам: «Самоочищение почвы», «Патогенные микроорганизмы, обнаруживаемые в почве»                                                                                                                                      | ПК-1 | ИДК ПК 1.1<br>ИДК ПК 1.2 |
| 7 | Тема 7 «Роль микроорганизмов в биогeoценотическом обмене веществ» | Изучить теоретический материал по вопросам: «Участие микроорганизмов в круговороте железа». «Участие микроорганизмов в круговороте фосфора». Составить схемы круговоротов следующих элементов (письменная работа): углерода, азота, серы, фосфора, железа. | ПК-1 | ИДК ПК 1.1               |

#### 4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Экология микроорганизмов» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.
- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).
- Написание рефератов, подготовка докладов.

- Подготовка к тестированию.
- Подготовка к зачету.

*Письменные работы.* Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых систем. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме. В рамках дисциплины «Экология микроорганизмов» также предусмотрено выполнение письменных работ, в которых студенты должны составить схему трофических отношений в различных микробных сообществах и схемы круговоротов ряда биогенных элементов (см. п. 4.3.2.). Качество выполненной работы оценивается в ходе обсуждения данных вопросов при проведении коллоквиума по соответствующей теме (см. п. 4.3.1).

*Реферат* – форма письменной работы, которую рекомендуется применять при освоении вариативных (профильных) дисциплин профессионального цикла. Представляет собой краткое изложение содержания научных трудов, литературы по определенной теме. Объем реферата может достигать 15-20 стр.; время, отводимое на его подготовку – от 2 недель до месяца. Подготовка реферата подразумевает самостоятельное изучение студентом нескольких литературных источников (учебников, монографий, научных статей и т.д.) по определённой теме, не рассматриваемой подробно на лекции, систематизацию материала и краткое его изложение. Цель написания реферата – привитие студенту навыков краткого и лаконичного представления собранных материалов и фактов в соответствии с требованиями, предъявляемыми к научным отчетам, обзорам и статьям.

Структура реферата включает:

- Титульный лист.
- Содержание.
- Введение, где кратко формулируется проблема, цель и задачи реферата.
- Основная часть работы состоит из нескольких разделов, в которых излагается суть темы реферата.
- Заключение.
- Список использованной литературы.

При оформлении реферата следует придерживаться технических требований, предъявляемых к рефератам и курсовым работам, имеющихся на кафедре.

Критерии оценивания реферата:

- Оценка «отлично» выставляется в том случае, если в реферате полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса, материал изложен логично, последовательно, приведено не менее 10 литературных источников (среди которых преобладает литература за последние 5 лет), реферат оформлен в соответствии с техническими требованиями, предъявляемыми к такого рода работам.

- Оценка «хорошо» - тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором, оформление реферата соответствует техническим требованиям.

- Оценка «удовлетворительно» - тема раскрыта поверхностно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, в оформлении имеются технические недостатки, список литературы содержит менее 5 источников.

- Оценка «неудовлетворительно» - тема не раскрыта, скудный объем приведенных материалов.

*Устный доклад* – это сообщение в течение 10-15 мин, в котором студент в лаконичной форме должен изложить материал по соответствующей теме, придерживаясь следующего плана: введение, основная часть, заключение. Доклад сопровождается презентацией, отражающей основные положения по соответствующей теме, включающей наглядные материалы (схемы, таблицы, фото и т.д.). По окончании доклада студенту задают вопросы, как преподаватель, так и студенты, на которые докладчик должен дать исчерпывающие ответы.

Критерии оценивания устного доклада:

- Оценка «отлично». В докладе полностью раскрыта тема, проанализировано современное состояние вопроса; студент свободно владеет материалом, излагает его логично, последовательно, лаконично, соблюдая основные правила культуры речи. Доклад сопровождается презентацией, которая отражает основные положения доклада, презентация составлена грамотно с соблюдением общих требований, правил шрифтового оформления, подачи графического материала, имеются ссылки на приведенные фото, рисунки, схемы и т.д., приводится список использованной литературы. При обсуждении доклада студент дает исчерпывающие, аргументированные, корректные ответы на вопросы.

- Оценка «хорошо». Тема раскрыта, приведено достаточное количество материала, но при этом материал в недостаточной степени проанализирован автором. Презентация не в полной степени соответствует общим требованиям. Ответы студента не на все вопросы являются исчерпывающими и аргументированными.

- Оценка «удовлетворительно». Тема раскрыта не полно, материал приведен как простая констатация фактов, не проанализирован, студент показывает поверхностные знания. Презентация частично соответствует установленным требованиям. При обсуждении доклада студент не всегда дает правильные, исчерпывающие ответы на задаваемые вопросы.

- Оценка «неудовлетворительно». Тема доклада не раскрыта, скудный объем приведенных материалов; презентация отсутствует. При обсуждении доклада студент не дает ответы или они не соответствуют заданным вопросам.

**4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов):** не предусмотрены учебным планом.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **а) перечень литературы**

#### **основная литература**

1. Экология микроорганизмов : учеб. для студ. вузов. / А. И. Нетрусов, Е. А. Бонч-Осмоловская, В. М. Горленко и др.; под ред. А.И. Нетрусова. – М. : Издательство «Юрайт», 2015. – 267 с.
2. Нетрусов А. И. Микробиология / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. – М. : Изд. центр «Академия», 2006. – 350 с.
3. Емцев В. Т. Микробиология : учеб. для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. – М. : Дрофа, 2006. – 445 с.

#### **дополнительная литература**

1. Заварзин Г. А. Введение в природоведческую микробиологию : Учеб. пособие / Г. А. Заварзин, Н. Н. Колотилова. – М. : Книжный дом «Университет», 2001. – 256 с.
2. Гусев М. В. Микробиология : учеб. для студ. вузов / М. В. Гусев, Л. А. Минеева. – М. : Академия, 2006. – 462 с.
3. Экология микроорганизмов экстремальных водных систем / Б. Б. Намсараев. – Улан-Удэ : Изд-во Бурят. Гос. ун-та, 2008. – 93 с.

### **б) список авторских методических разработок:**

Учебно-методические материалы (лекции-презентации по темам дисциплины, домашние задания, вопросы для подготовки к коллоквиумам, задания для самостоятельной работы), размещенные в ЭИОС ИГУ - <https://educa.isu.ru>.

### **в) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

1. Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>

2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
3. ЭЧЗ «БиблиоТех». Адрес доступа: <https://isu.bibliotech.ru>
4. ЭБС «Издательство «Лань». Адрес доступа: <http://e.lanbook.com>
5. ЭБС «Руконт». Адрес доступа: <http://rucont.ru>
6. ЭБС «Айбукс». Адрес доступа: <http://ibooks.ru>
7. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: <https://www.biblio-online.ru/>
8. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotehnologiya.html>
9. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>
10. Союз образовательных сайтов - Естественные науки
11. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.
12. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.
13. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

## **VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

### **6.1. Учебно-лабораторное оборудование:**

Аудитория для проведения занятий лекционного типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 25 посадочных мест; техническими средствами обучения: проектор Epson EB-X03, доска маркерная; учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине: презентации по темам программы.

Аудитория для проведения занятий практического типа: оборудована специализированной (учебной) мебелью на 10 посадочных мест; доской меловой; техническими средствами обучения: проектор BenQ MS521P учебно-наглядными пособиями: презентации по темам программы.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы: аудитория оборудована специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест, доской меловой; оборудована техническими средствами обучения: системный блок PentiumG850, монитор BenQ G252HDA-1 шт.; системный блок Athlon 2 X2 250, монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; системный блок PentiumD 3.0GHz, монитор Samsung 740N – 3 шт.; моноблок IRU T2105P – 2 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор BenQG955 – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung T190N – 1 шт.; системный блок Pentium G3250, монитор Samsung 740N – 1 шт.; проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEcot. С неограниченным доступом к сети Интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория оборудована специализированной мебелью на 3 посадочных места; ноутбук Lenovo П580, проектор BenQ MS521P.

### **6.2. Программное обеспечение:**

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition;  
Foxit PDF Reader 8.0;  
LibreOffice 5.2.2.2;  
Ubuntu 14.0;

АСТ-Тест Plus 4.0 (на 75 одновременных подключений) и Мастер-комплект (АСТ-Maker и АСТ-Converter).

### 6.3. Технические и электронные средства:

Презентации к лекциям по всем разделам и темам дисциплины, размещенные на образовательном портале ИГУ ([educa.isu.ru](http://educa.isu.ru)).

## VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Экология микроорганизмов» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция.* В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Семинар-исследование.* Технология проведения такого семинара может быть различной, в зависимости от того, какой метод заложен в его основу. В рамках дисциплины «Экология микроорганизмов» проводится семинар с подготовкой и заслушиванием рефератов по актуальным проблемам теории и практики и последующим их обсуждением.

- *Коллоквиумы* – вид учебного занятия, проводимого с целью проверки и оценивания знаний учащихся. Коллоквиум может проводиться в форме индивидуальной беседы преподавателя со студентом или как массовый опрос. В ходе группового обсуждения студенты учатся высказывать свою точку зрения по определенному вопросу, защищать свое мнение, применяя знания, полученные на занятиях по предмету. В ходе коллоквиума также проверяются рефераты, другие письменные работы студентов, проводится заслушивание докладов.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п. 4.4).

- *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Экология микроорганизмов» используются следующие технологии:

▪ кейсовая технология – форма дистанционного обучения, основанная на предоставлении обучающимся информационных образовательных ресурсов в виде специализированных наборов учебно-методических комплексов с использованием различных видов носителей информации (кейсов);

▪ интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

### **VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ**

В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется собеседование. В процессе собеседования оценивается уровень владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения по дисциплине «Экология микроорганизмов», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета.

В рамках дисциплины «Экология микроорганизмов» используются следующие формы текущего контроля:

- устный опрос;
- письменная работа;
- коллоквиум;
- тест;
- реферат;

Фонд оценочных средств включает:

- фонд тестовых заданий по дисциплине,
- тематика и материалы заданий,
- тематика и вопросы к коллоквиумам,
- перечень тем рефератов/докладов,
- вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
- вопросы и билеты для экзамена,
- критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п. III).

#### **Демонстрационные варианты тестов для текущего контроля**

1. Психрофилы – это микроорганизмы, способные к росту:

- а) при температуре 0 °С
- б) при температуре выше + 45 °С
- в) в диапазоне температур от +10 до +45 °С
- г) при низких значения рН

2. Структурированная симбиотическая ассоциация из двух или большего числа видов различных микроорганизмов с высокой степенью интеграции их метаболизма называется:

- а) консорциум
- б) метабиоз
- в) синтрофия

г) антибиоз

### Темы рефератов

1. Молекулярно-биологические методы исследования микробных сообществ.
2. Океаны как среда обитания микроорганизмов.
3. Микрофлора донных отложений глубоководных частей океана.
4. Микробные сообщества гидротермальных вентов.
5. Микробные сообщества болотных экосистем.
6. Реликтовые микробные сообщества подземной биосферы.
7. Микроорганизмы снежного покрова.
8. Биопленки.
9. Цианобактериальные маты.
10. Микробиота человека.
11. Стратегии паразитизма у микроорганизмов.
12. Микробно-растительные взаимодействия.
13. Энтомопатогенные микроорганизмы.
14. Фитопатогенные микроорганизмы.
15. Использование микроорганизмов в биогидрометаллургии.
16. Получение биогаза метана.
17. Микробиологические методы переработки твердых бытовых отходов.
18. Микробная деградация ксенобиотиков.
19. Повреждения микроорганизмами материалов и способы их защиты.
20. Биопрепараты на основе азотфиксирующих бактерий.
21. Биологическая очистка сточных вод.
22. Биоремедиация нефтезагрязненных почв.

### Вопросы для подготовки к коллоквиумам

#### *Тема 1. История развития экологии микроорганизмов как науки.*

##### *Предмет, задачи, направления экологии микроорганизмов*

1. Предмет изучения дисциплины, цели и задачи экологии микроорганизмов.
2. Значение микроорганизмов для биосферы.
3. История развития экологии микроорганизмов. С.Н. Виноградский и М. Бейеринк – основоположники экологического направления в микробиологии. Экологический принцип Виноградского-Бейеринка. Вклад В. П. Омелянского, Н. Г. Холодного, Б. Н. Перфильева, Б. Л. Исаченко и других ученых в развитие экологии микроорганизмов как науки.
4. Направления современной экологии: аутоэкология, синэкология, популяционная экология, системная экология.
5. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

#### *Тема 2. Аутоэкология микроорганизмов*

1. Отношение микроорганизмов к кислороду. Токсические эффекты молекулярного кислорода и его производных. Защитные механизмы клеток прокариот.
2. Влияние высоких и низких температур на жизнедеятельность микроорганизмов. Психрофилы, мезофилы, термофилы, гипертермофилы. Механизмы психро- и термофилии.
3. Влияние pH среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Нейтрофилы, ацидофилы, алкалофилы. Механизмы pH-гомеостаза.
4. Водная активность среды. Галофилы. Осмофилы. Механизмы осморегуляции и осмопротекторные вещества. Ксерофилия.

5. Влияние излучений на микроорганизмы. Фотосинтетически активная радиация для разных групп фототрофов. УФ-излучение, ионизирующее излучение. Механизмы радиоустойчивости.
6. Влияние гидростатического давления на жизнедеятельность микроорганизмов. Механизмы барофилии.
7. Соединения и ионы, токсичные для микроорганизмов. Эффект Арндт-Шульца.
8. Экстремофильные микроорганизмы.

### ***Тема 3-1. Взаимоотношения микроорганизмов между собой и с другими организмами***

1. Формы взаимоотношений микроорганизмов между собой. Нейтрализм, Конкуренция, г-стратегии, К-стратегии, Л-стратегии. Генералисты и специалисты. Антагонизм, аменсализм; механизмы угнетения конкурентов. Симбиотические взаимодействия микроорганизмов: консорциумы («кефирные зерна», биопленки), метабиоз, синтрофия. Паразитизм – антагонистический симбиоз. Хищничество.
2. Взаимоотношения микроорганизмов с беспозвоночными животными:
  - 1) Симбиозы прокариот и простейших.
  - 2) Симбиозы прокариот и морских беспозвоночных животных. Симбиотрофное и симбионтное питание животных.
  - 3) Взаимоотношения микроорганизмов и насекомых. Симбионты кишечника насекомых. Внутриклеточные симбионты насекомых. Насекомые – переносчики возбудителей инфекционных заболеваний. Энтомопатогенные микроорганизмы.
3. Взаимоотношения микроорганизмов с позвоночными животными:
  - 1) Симбиозы микроорганизмов с растительноядными животными. Микрофлора рубца жвачных.
  - 2) Микроорганизмы и человек. Нормальная микрофлора человека, ее функции и значение. Дисбактериоз. Условно-патогенные микроорганизмы.
  - 3) Патогенные для человека микроорганизмы. Патогенность и вирулентность. LD<sub>50</sub>, DLM. Факторы патогенности.
4. Взаимоотношения микроорганизмов с растениями:
  - 1) Эпифитная микрофлора.
  - 2) Микроорганизмы ризосферы и ризопланы. Ризосферный эффект.
  - 3) Симбиозы азотфиксирующих бактерий с растениями.
  - 4) Фитопатогенные микроорганизмы.
5. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

### ***Тема 3-2. Микробное сообщество***

1. Определение понятия «микробное сообщество». Микробное сообщество как целостность. Трофическая организация микробного сообщества.
2. Кооперативные взаимоотношения в микробном сообществе.
3. Продукт-субстратные взаимодействия между компонентами анаэробного микробного сообщества. Экофизиологические группы в сообществе. Анаэробные микроорганизмы-гидролитики, группы гидролитиков. Анаэробные диссиптрофы. Группировка вторичных анаэробов, гидрогенотрофные и ацетотрофные прокариоты, анаэробное окисление летучих жирных кислот (ЛЖК): прямое окисление ЛЖК, разложение ЛЖК синтрофными бактериями (катаболическая синтрофия).
4. Кооперативные взаимоотношения в аэробном микробном сообществе. Система трофических связей в аэробном микробном сообществе.

5. Конкурентные отношения в микробном сообществе. Конкуренция за доноры и акцепторы электронов. Сродство к субстрату. Уравнение Моно. «Правило скрещивающихся кривых».
6. Микробная сукцессия.
7. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

#### ***Тема 4. Микроорганизмы и атмосфера***

1. Роль микроорганизмов в формировании газового состава атмосферы. Бактериальный газовый фильтр.
2. Атмосфера как среда обитания микроорганизмов.
3. Способы попадания микроорганизмов в воздух.
4. Микрофлора воздуха.
5. Микрофлора воздуха закрытых помещений.
6. Микробный аэрозоль.
7. Санитарно-микробиологические исследования воздуха.

#### ***Тема 5. Микробные сообщества водных экосистем***

1. Характеристика водоемов как среды обитания микроорганизмов. Классификация водоемов. Физико-химические свойства водной массы. Температурная стратификация водоемов.
2. Основные экологические типы водных микроорганизмов.
3. Распределение микроорганизмов и характер микробиологических процессов в водных экосистемах (на примере озер):
  - 1) Поверхностная пленка воды как первая экологическая ниша в эпилимнионе.
  - 2) Микрофлора льда.
  - 3) Микроорганизмы аэробной зоны. Экологические ниши фотосинтеза. Экологические ниши гетеротрофных бактерий. Экологические ниши деструкции органического вещества.
  - 4) Микроорганизмы микроаэрофильной зоны.
  - 5) Микроорганизмы анаэробной зоны.
  - 6) Микроорганизмы иловых отложений.
4. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

#### ***Тема 6. Экология почвенных микроорганизмов***

1. Специфика почвы как среды обитания микроорганизмов. Почва как трехфазная система. Твердая фаза почвы. Адгезия и развитие микроорганизмов на поверхности почвенных частиц. Жидкая фаза почвы. Газовая фаза почвы.
2. Концепция строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов. Почва как множество сред обитания микроорганизмов. Принцип микрозональности. Микробный пул. Пул метаболитов. Принцип дублирования физиолого-биохимических процессов в почве.
3. Функциональная роль почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в процессах почвообразования. Разложение лигноцеллюлозы микробными сообществами как доминирующий и характерный для почв трофический маршрут. Образование гумуса и его распад. Автохтонная и зимогенная микрофлора почвы.
4. Защита рефератов (доклад + презентация) по темам, указанным в таблице 4.2.

#### ***Тема 7. Роль микроорганизмов в биогеоценоотическом обмене веществ***

1. Роль микроорганизмов в круговороте углерода.
2. Роль микроорганизмов в круговороте азота.
3. Роль микроорганизмов в круговороте серы.

4. Роль микроорганизмов в круговороте железа.
5. Участие микроорганизмов в круговороте фосфора.

### **Тема 8. Прикладная экология микроорганизмов**

Защита рефератов (доклад + презентация) по следующим темам:

1. «Микробиологические методы переработки твердых бытовых отходов».
2. «Микробная деградация ксенобиотиков».
3. «Биологическая очистка сточных вод».
4. «Получение биогаза метана».
5. «Биопрепараты на основе азотфиксирующих бактерий».
6. «Повреждения микроорганизмами материалов и способы их защиты».

### **Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена.**

Форма промежуточной аттестации - **экзамен**. Система оценок: пятибалльная. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ПК-1, заявленной в п. III.

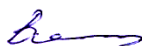
### **Примерный список вопросов к экзамену**

1. Предмет, задачи, направления экологии микроорганизмов. Значение микроорганизмов для биосферы.
2. История развития экологии микроорганизмов как науки. С. Н. Виноградский и М. Бейеринк – основоположники экологии микроорганизмов. Вклад В. П. Омелянского, Н. Г. Холодного, Б. Н. Перфильева, Б. Л. Исаченко и других ученых в развитие экологии микроорганизмов как науки.
3. Классические и молекулярно-биологические методы исследования структуры микробных сообществ.
4. Отношение микроорганизмов к молекулярному кислороду.
5. Влияние высоких и низких температур на жизнедеятельность микроорганизмов. Кардинальные точки роста: минимум, оптимум, максимум. Психрофилы, мезофилы, термофилы. Механизмы психро- и термофилии.
6. Влияние pH среды на жизнедеятельность микроорганизмов. Ацидофилы, нейтрофилы, алкалофилы. Механизмы pH-гомеостаза.
7. Водная активность среды и микроорганизмы. Группы микроорганизмов по отношению к солености. Галофилы. Осмофилы. Механизмы приспособления к осмотическому состоянию среды. Водный матричный стресс. Ксерофильные микроорганизмы. Механизмы ксерофилии.
8. Влияние излучений на микроорганизмы. Фотосинтетически активная радиация для разных групп фототрофов. Влияние видимого и инфракрасного излучения на микроорганизмы. Влияние УФ-излучения и ионизирующего излучения на микроорганизмы. Механизмы радиоустойчивости.
9. Влияние гидростатического давления на жизнедеятельность микроорганизмов. Барофильные и баротолерантные микроорганизмы. Механизмы барофилии.
10. Влияние тяжелых металлов на микроорганизмы. Эффект Арнтд-Шульца.
11. Влияние магнитных полей и земного тяготения на микроорганизмы.
12. Экстремальные условия и приспособление к ним микроорганизмов. Экстремофильные микроорганизмы.
13. Формы взаимоотношений микроорганизмов между собой. Нейтрализм. Конкуренция. r-стратегия, K-стратегия, L-стратегия. Генералисты и специалисты.

- Антагонизм. Симбиозы. Консорциумы микроорганизмов. Биопленки. Эффект кворума. Метабиоз. Синтрофия. Паразитизм. Хищничество.
14. Взаимоотношения микроорганизмов с беспозвоночными животными. Симбиозы прокариот и простейших. Симбиозы прокариот и морских беспозвоночных. Симбиотрофный тип питания. Симбионтное пищеварение. Симбионты насекомых. Насекомые – переносчики патогенных микроорганизмов. Энтомопатогенные микроорганизмы.
  15. Взаимоотношения микроорганизмов с позвоночными животными. Симбиозы микроорганизмов с растительноядными животными. Микроорганизмы рубца жвачных. Микроорганизмы и человек. Нормальная микрофлора человека и ее функции. Дисбактериозы. Патогенные для человека микроорганизмы.
  16. Взаимоотношения микроорганизмов с растениями. Эпифитная и ризосферная микрофлора. Симбиотические взаимоотношения микроорганизмов (бактерий, актиномицетов, грибов) и растений. Фитопатогенные микроорганизмы.
  17. Микробное сообщество. Трофическая структура микробного сообщества. Микробное сообщество как целостность.
  18. Кооперативные взаимоотношения в микробном сообществе. Продукт-субстратные взаимодействия в анаэробном микробном сообществе. Группировки первичных и вторичных анаэробов. Первичные анаэробы (бродильщики): гидролитики, группировки гидролитиков (сахаролитические, пептоллитические, липолитические), диссиптрофы. Группировка вторичных анаэробов. Гидрогенотрофные и ацетотрофные микроорганизмы. Анаэробное окисление летучих жирных кислот: прямое окисление и разложение синтрофными микроорганизмами.
  19. Кооперативные взаимоотношения в аэробном микробном сообществе. Аэробное сообщество. Фотоавтотрофы – первичные продуценты. Аэробные органотрофы. Аэробные гидролитики и диссиптрофы. Трофическая структура аэробного микробного сообщества.
  20. Конкуренция в микробном сообществе. Сродство к субстрату как ключевой фактор в конкуренции за субстрат. Уравнение Моно. Правило «скрещивающихся кривых».
  21. Микробная сукцессия.
  22. Экология водных микроорганизмов. Классификация водоемов по степени их трофии. Физико-химические свойства водной массы. Стратификация водоемов. Основные экологические типы микроорганизмов, обитающих в водоемах. Распределение микроорганизмов и характер микробиологических процессов в водных экосистемах (на примере озер). Микроорганизмы аэробной, микроаэрофильной, анаэробной зон. Микроорганизмы иловых отложений.
  23. Эвтрификация водоемов. Самоочищение водоемов. Зоны сапробности и индикаторные микроорганизмы. Роль микроорганизмов в самоочищении водоема.
  24. Морская микробиология. Пелагиаль и олиготрофный океан. Микробные сообщества гидротермальных вентов. Микрофлора донных отложений глубоководных частей океана.
  25. Экология почвенных микроорганизмов. Специфика почвы как среды обитания микроорганизмов. Твердая фаза почвы. Адгезия микроорганизмов. Жидкая фаза почвы. Газовая фаза почвы. Концепция строения и функционирования комплекса почвенных микроорганизмов. Принцип микрозональности. Принцип дублирования. Микробный пул. Пул метаболитов в почве. Функциональная роль почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в процессах почвообразования. Участие микроорганизмов в образовании и разложении гумуса. Автохтонная и зимогенная микрофлора почвы.
  26. Микроорганизмы и атмосфера. Атмосфера как среда обитания микроорганизмов. Роль микроорганизмов в формировании атмосферы. Парниковый эффект и микроорганизмы. Бактериальный газовый фильтр. Способы попадания

- микроорганизмов в воздухе. Микрофлора воздуха. Микрофлора воздуха закрытых помещений. Микробный аэрозоль. Санитарно-микробиологические исследования воздуха.
27. Роль микроорганизмов в биогеоценотическом обмене веществ: участие микроорганизмов в круговороте углерода, азота, серы.
  28. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов. Деграция ксенобиотиков. Борьба с загрязнениями нефтью.
  29. Очистка сточных вод. Аэротенки. Метантенки. Сообщества очистных сооружений. Очистка воды для потребления.
  30. Биологическая обработка органических отходов. Обработка твердых бытовых отходов. Компостирование. Твердофазная анаэробная ферментация.
  31. Получение биотоплива.
  32. Бактериальная гидрометаллургия.
  33. Повреждения микроорганизмами материалов и способы их защиты.

**Разработчик:**

  
(подпись)

доцент О. Ф. Вятчина

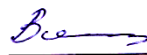
Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению 06.03.01 «Биология», профилю подготовки «Биология».

Программа рассмотрена на заседании кафедры микробиологии

«10» марта 2025 г.

Протокол № 7

Зав. кафедрой



О. Ф. Вятчина

*Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.*