Документ подписан простой электронной подписью
Информация о владельце:
ФИО: Акчурин Сергей Владимирович
Должность: Заместитель директора института зоотехнии и биологии
Дата подписания: 05.11.2026 16:40:58
Уникальный программный ключ:
7abcc100773ad7c9ccep4a7a083ff3fbbf160d2a

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

Институт агробиотехнологии
Кафедра микробиологии и иммунологии

УТВЕРЖДАЮ
И.о. директора института
Шитикова А.В.
"03" 09 2026 г.

# РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ
# Б1.В.ДВ.04.03 Физиология микроорганизмов

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление 06.03.01 Биология
Направленность: Управление водными биологическими ресурсами

Курс 2
Семестр 4

Форма обучения: очная
Год начала подготовки: 2026

Москва, 2026

Разработчики: Волобуева О.Г., д.с.-х. н., доцент _____
«03» сентября 2026 г.

Алешкина А.В., ассистент _____
«03» сентября 2026 г.

Рецензент: Батаева Ю.В., доктор биол.н., доцент _____
«03» сентября 2026 г.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта и учебного плана по направлению подготовки 06.03.01 Биология

Программа обсуждена на заседании кафедры микробиологии и иммунологии
Протокол № 1 от 03.09.2026 года

И.о. зав. кафедрой Волобуева О.Г., д.с.-х.н, доцент _____
«03» сентября 2026 г.

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии
Института агробиотехнологии
Шитикова А.В., д.с.-х.н., профессор _____
«03» сентября 2026 г.

Заведующий выпускающей кафедрой
зоологии и аквакультуры
Кидов А.А., д.б.н., профессор _____
«03» сентября 2026 г.

Заведующий отделом комплектования ЦНБ _____

# СОДЕРЖАНИЕ

**АННОТАЦИЯ** ..... **4**

**1. ЦЕЛЬ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **4**

**2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ** ..... **5**

**3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ), СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ** ..... **5**

**4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **6**

4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ ..... 11
по семестрам ..... 11
4.2 Содержание дисциплины ..... 11
4.3 Лекции/лабораторные/практические/ занятия ..... 14

**5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ** ..... **19**

**6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **20**

6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности ..... 20
6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания ..... 27

**7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **27**

7.1 Основная литература ..... 27
7.2 Дополнительная литература ..... 28
7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям ..... 28

**8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)** ..... **28**

**9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)** ..... **29**

**10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ОБУЧАЮЩИМСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ** ..... **31**

Виды и формы отработки пропущенных занятий ..... 31

**11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ** ..... **31**

## АННОТАЦИЯ

рабочей программы учебной дисциплины Б.1.В.ДВ.04.03 «Физиология микроорганизмов» для подготовки бакалавра по направлению 06.03.01 «Биология» направленности «Репродуктивная биология и экология животных»

**Цель освоения дисциплины:** приобретение студентами теоретических и практических знаний, умений и навыков в области современной микробиологии, необходимых для обеспечения условий роста и культивирования микроорганизмов, а также для осуществления различных физиологических процессов, осуществляемых разными группами микроорганизмов, овладение принципами и методами выделения и идентификации разных групп микроорганизмов.

Дисциплина «Физиология микроорганизмов» имеет также своей целью дать студенту целостные представления об особенностях роста и культивирования различных микроорганизмов, особенностях физиологии разных групп микроорганизмов, роли микроорганизмов в различных физиологических процессах, выявление роли микроорганизмов в круговороте углерода, азота, в различных отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть дисциплин по выбору учебного плана по направлению подготовки 06.03.01 «Биология».

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1,4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5. (табл.1).

**Краткое содержание дисциплины:** Дисциплина «Физиология микроорганизмов» дает целостные представления об особенностях роста и культивирования различных микроорганизмов, особенностях физиологии разных групп микроорганизмов, роли микроорганизмов в различных физиологических процессах, выявление роли микроорганизмов в круговороте углерода, азота, в различных отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства.

Дисциплина «Физиология микроорганизмов» формирует научное мировоззрение бакалавра, способствует формированию общих представлений о физиологии прокариот, развитию представлений о природе и эволюции биоэнергетических процессов, использованию различных способов культивирования микроорганизмов на практике, помогает выработать научный подход к экспериментам в области сельскохозяйственной микробиологии, дает возможность сопоставлять микробиологические процессы, моделируемые в лабораторных условия с теми, которые происходят в природе, анализировать и творчески обсуждать собственные результаты исследований.

Особенностью дисциплины является изучение теоретических основ современной микробиологии и приобретение практических навыков работы с микроорганизмами в микробиологической лаборатории.

**Общая трудоемкость дисциплины:** составляет 72 ч. (2 зач.ед.)

**Промежуточный контроль:** зачет.

### 1. Цель освоения дисциплины

Целью освоения дисциплины «Физиология микроорганизмов» является формирование у обучающихся компетенций, обеспечивающих способность ис-

пользования студентами теоретических знаний, умений и навыков в области современной микробиологии, необходимых для обеспечения условий роста и культивирования микроорганизмов, особенностях физиологии разных групп микроорганизмов, овладение принципами и методами выделения и идентификации разных групп микроорганизмов, роли микроорганизмов в различных физиологических процессах, выявление роли микроорганизмов в круговороте углерода, азота, в различных отраслях промышленного и сельскохозяйственного производства и использование в учебном процессе цифровых технологий и инструментов.

## 2. Место дисциплины в учебном процессе

Дисциплина «Физиология микроорганизмов» относится к элективной (по выбору) части Блока 1 «Дисциплины (модули)», дисциплин по выбору Б1. В.ДВ.04.03 учебного плана. Дисциплина «Физиология микроорганизмов» реализуется в соответствии с требованиями ФГОС ВО, профессионального стандарта, ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 06.03.01 Биология, направленность Репродуктивная биология и экология животных.

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Физиология микроорганизмов» являются «Неорганическая химия», «Органическая химия», «Микробиология с основами иммунологии», «Методы обработки экспериментальных данных», «Физиология растений».

Дисциплина «Физиология микроорганизмов» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Инновационные технологии в биологии», «Биохимия», «Молекулярная биология с основами биотехнологии», «Оборудование химико-бактериологической лаборатории». Особенностью дисциплины является изучение теоретических основ современной микробиологии и приобретение практических навыков работы с микроорганизмами в микробиологической лаборатории.

Рабочая программа дисциплины «Физиология микроорганизмов» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

## 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине Б1.В.ДВ.04.03 Физиология микроорганизмов, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Образовательные результаты освоения дисциплины обучающимся, представлены в таблице 1.

## 4. Структура и содержание дисциплины

### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зач.ед. (72 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

Таблица 1

**Требования к результатам освоения учебной дисциплины «Физиология микроорганизмов»**

| № п/п | Код компетенции | Содержание компетенции (или её части) | Индикаторы компетенций | В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны: | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | | | знать | уметь | владеть |
| 1. | УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | УК-1.1. Анализирует дачу, выделяя её базовые ставляющие, осуществляет декомпозицию задачи. | Особенности физиологии разных групп прокариот, рост и культивирование микроорганизмов, методы математического анализа и моделирования для культивирования различных групп микроорганизмов, в том числе с применением современных цифровых инструментов Google Jamboard, Miro, Kahoot. | Готовить искусственные питательные среды для выращивания микроорганизмов; осуществлять посев и пересев; выявлять морфологические и культуральные признаки микроорганизмов, создавать условия для культивирования различных групп микроорганизмов и их культивировать, используя при этом электронные ресурсы и официальные сайты. | Навыками работы с микроорганизмами, навыками подготовки питательных сред для стерилизации; методами определения качественного состава микроорганизмов по культуральным и морфологическим признакам; методами микроскопирования бактерий, навыками обработки и интерпретации информации с помощью продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 2. | УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | УК-1.2. Находит и критически анализирует информацию для решения поставленной задачи. | Физиологические процессы, происходящие в клетках прокариот, структурную организацию и химический состав прокариот.<br>Как происходи рост и развитие микроорганизмов их культивирование в разных условиях. | Готовить фиксированные окрашенные препараты бактерий, их микроскопировать и определять их морфологию.<br>Готовить разные виды питательных сред, осуществлять посевы и пересевы микроорганизмов. | Навыками приготовления препаратов раздавленная капля, фиксированный окрашенный препарат, методом «опечаток», навыками микроскопирования при использовании иммерсионной системы.<br>Навыками выделения чистой культуры микроорганизмов, навыками определения культуральных признаков микроорганизмов. |
| 3. | УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | УК-1.3. Рассматривает возможные варианты ешения задачи, оценивая достоинства и недостатки. | Основные методы размножения микроорганизмов, методы стерилизации. Рост, размножение и фазы роста микроорганизмов. Культивирование микроорганизмов. Периодическое и непрерывное культивирование. Методы молекулярно-биологического скрининга культур м/мов, селекцию м/мов. | Готовить питательные среды и проводить их стерилизацию, культивировать разные группы микроорганизмов, получать чистые культуры м/мов и смешанные, осуществлять хранение микробных культур; проводить идентификацию разных групп м/мов с помощью разных методов и с помощью продуктов Excel, Word, Power Point, Pictochart и др., осуществления коммуникации посредством Outlook, Miro, Zoom. | Навыками выделения культур микроорганизмов из разных сред, идентификации м/мов и определения культуральных свойств, образуемых колоний м/мов; методами молекулярно-биологического скрининга культур микроорганизмов и направленной селекции по хозяйственно ценным признакам с применением современных цифровых инструментов Google Jamboard, Miro, Kahoot. |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| 4. | УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | УК-1.4. Грамотно, логично, аргументировано формирует собственные ждения и оценки, отмечает факты от мнений, интерпритаций, оценок и т.д. в рассуждениях других участников деятельности. | Основные способы и типы питания микроорганизмов, способы поступления питательных веществ в клетку бактерий, химический состав бактериальной клетки. | Приготовлять разные виды жидких и плотных питательных сред, условия и методы их стерилизации, условия роста бактерий на этих питательных средах. | Навыками приготовления разных видов питательных сред и навыками их культивирования, навыками стерилизации разных групп микроорганизмов |
| 5. | УК-1 | Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач. | УК-1.5. Определяет и оценивает последствия зможных решений задач. | Адаптационные возможности микробов к воздействию факторов внешней среды. | Проводить расчеты состава разных питательных сред с использованием разного количества микро- и макроэлементов. | Навыками постановки опыта – влияние питательных веществ для развития разных групп микроорганизмов. |
| 6. | УК-6 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни. | УК-6.1. Применяет знание о своих ресурсах и их пределах (личностных, итуативных, временных и д.), для успешного выполнения порученной работы. | Строение и классификацию микроорганизмов, физиологию и генетику микроорганизмов, общую характеристику превращения микроорганизмами биогенных элементов. | Своевременно и точно осуществлять посевы, пересевы, микроскопировать микроорганизмы, их выявлять, определять культуральные признаки разных колоний микроорганизмов. | Навыками приготовления разных видов препаратов и приготовления разных типов питательных сред, их культивирования во времени. |
| 7. | УК-6 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни. | УК-6.2. Понимает важность планирования перспективных целей собственной деятельности с учетом условий, средств, чностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. | Теоретические основы всех понятий изученных на занятии, морфологию, физиологию, особенности разных групп микроорганизмов и их взаимоотношения с окружающей средой. | Планировать перспективные цели собственной деятельности, с учетом условий, средств, перспективы развития деятельности и возможности карьерного роста согласно требованиям рынка труда. | Основными навыками микробиологических методов исследований, используемых в современной науке и практике, с учетом современных требований рынка труда. |
| 8. | УК-6 | Способен управлять | УК-6.3. Реализует наме- | Химический состав | Приготавливать фикси- | Навыками приготовле- |

| | | | | | | |
|---|---|---|---|---|---|---|
| | | своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни. | нные цели деятельности с учетом условий, средств, ичностных возможностей, этапов карьерного роста, временной перспективы развития деятельности и требований рынка труда. | микробов, питание микроорганизмов, физиологию и основы метаболических процессов прокариот. | рованные окрашенные препараты, микроскопировать их с иммерсионной системой, определять морфологию изученных бактерий. | ния препаратов бактерий, реализацией намеченных целей деятельности, с учетом условий, средств и возможностей карьерного роста. |
| 9. | УК-6 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни. | УК-6.4. Критически оценивает эффективность использования времени и других ресурсов при решении поставленных задач, а также относительно полученного результата. | Систематику, морфологию, классификацию бактерий, их физиологию, генетику, особенности участия в круговороте всех биогенных элементов. | Приготавливать разные виды питательных сред и проводить их стерилизацию, осуществлять посев, пересев, выявлять разные группы микроорганизмов. | Навыками определения культуральных признаков колоний микроорганизмов, их описания и диагностики, критически оценивая использованное время. |
| 10. | УК-6 | Способен управлять своим временем, выстраивать и реализовывать траекторию саморазвития на основе принципов образования в течение всей жизни. | УК-6.5. Демонстрирует терес к учебе и использует предоставляемые возжности для приобретения новых знаний и навыков. | Основные микробиологические понятия, связанные с физиологией микроорганизмов, их метаболизмом и адаптационными возможностями. | Выполнять все необходимые микробиологические методы, при изучении разных физиологических групп микроорганизмов и проводить их диагностику. | Навыками проявления интереса к учебе и использования предоставляемых возможностей для приобретения новых, современных микробиологических знаний и навыков для развития своей деятельности в рамках требований рынка труда. |

**ОЧНАЯ ФОРМА ОБУЧЕНИЯ**

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

| Вид учебной работы | Трудоёмкость |
|---|---|
| **Общая трудоёмкость** дисциплины по учебному плану | **72** |
| **1. Контактная работа:** | **32,25** |
| **Аудиторная работа** | **32,25** |
| *лекции (Л)* | 16 |
| *практические занятия (ПЗ)* | 16 |
| *контактная работа на промежуточном контроле (КРА)* | 0,25 |
| **2. Самостоятельная работа** (СРС) | **39,75** |
| *Подготовка к зачету (контроль)* | 39,75 |
| Вид промежуточного контроля: | Зачет |

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно) | Всего | Аудиторная работа | | Внеаудиторная работа СР |
|---|---|---|---|---|
| | | Л | ПЗ | |
| **Раздел 1 «Особенности строения и классификации бактерий».** | **9,25** | **2** | **2** | **5,25** |
| Тема 1. Бактерии, их морфология и классификация. | 2 | 1 | 1 | |
| Тема 2. Морфология, жизнедеятельность и систематика других групп микроорганизмов. | 7,25 | 1 | 1 | 5,25 |
| **Раздел 2. «Физиология и генетика микроорганизмов».** | **25,5** | **4** | **4** | **17,5** |
| Тема 3. Питание микроорганизмов. Химический состав бактерий. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания. | 6 | 2 | 2 | 2 |
| Тема 4. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов. | 8,5 | 1 | 2 | 5,5 |
| Тема 5. Генетика микроорганизмов. Адаптационные возможности микробов к воздействию факторов внешней среды. | 11 | 1 | | 10 |
| **Раздел 3. «Превращение микроорганизмами соединений углерода».** | **21** | **6** | **6** | **9** |
| Тема 6. Превращение углеводов в анаэробных условиях. | 13 | 4 | 4 | 5 |
| Тема 7. Превращение углеводов в аэробных условиях. | 8 | 2 | 2 | 4 |
| **Раздел 4. «Превращение** | **16** | **4** | **4** | **8** |

| Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно) | Всего | Аудиторная работа | | Внеаудиторная работа СР |
|---|---|---|---|---|
| | | Л | ПЗ | |
| **микроорганизмами соединений азота».** | | | | |
| Тема 8. Превращения микроорганизмами минеральных соединений азота. | 8 | 2 | 2 | 4 |
| Тема 9. Биологическая фиксация атмосферного азота. | 8 | 2 | 2 | 4 |
| *КРА* | 0,25 | | | 39,75 |
| **Всего за 4 семестр** | **72** | **16** | **16** | **39,75** |
| **Итого по дисциплине** | **72** | **16** | **16** | **39,75** |

**Раздел 1. Особенности строения и классификация бактерий.**

**Тема 1. Бактерии, их морфология и классификация.**

Общая характеристика бактерий, как прокариот. Структурная организация прокариотной клетки. Поверхностные структуры: капсула, жгутики, фимбрии и пили. Клеточная стенка грамположительных и грамотрицательных бактерий. Цитоплазматическая мембрана. Строение и функции поверхностных структур. Внутренние структуры: цитоплазма, генетический материал (бактериальная хромосома, плазмиды, транспозоны), внутрицитоплазматические мембраны, рибосомы, включения, их строение и функции. Разные морфологические типы бактерий. Основные принципы классификации бактерий.

**Тема 2. Морфология, жизнедеятельность и систематика других групп микроорганизмов.**

Систематика микроорганизмов. Способы классификации микробиологических объектов. Основные группы микроорганизмов: прокариоты, микроскопические водоросли, простейшие, микроскопические грибы, дрожжи, археи; общая их характеристика и особенности жизнедеятельности различных физиологических групп микроорганизмов.

**Раздел 2. Физиология и генетика микроорганизмов.**

**Тема 3. Питание микроорганизмов. Химический состав бактерий. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания.**

Способы питания – голозойный, голофитный. Химический состав бактерий. Способы поступления питательных веществ в клетку бактерий. Активный и пассивный транспорт. Активный метаболический транспорт, перенос групп. Механизмы транспорта: унипорт, симпорт, антипорт. Пассивная и облегченная диффузия. Типы питания: фотолитоавтотрофия, фотолитогетеротрофия, фотоорганоавтотрофия, фотоорганогетеротрофия, хемолитоавтотрофия, хемолитогетеротрофия, хемоорганоавтотрофия, хемоорганогетеротрофия.

**Тема 4. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов.**

Рост и размножение микроорганизмов. Питательные среды. Разнообразие питательных сред. Выявление КОЕ – колониеобразующих единиц. Особенности приготовления питательных сред. Методы стерилизации. Фламбирование, стерилизация сухим жаром, текучим паром, автоклавирование, пастеризация.

Методы культивирования. Накопительные и чистые культуры микроорганизмов. Периодическое культивирование. Рост культуры при периодическом культивировании. Непрерывное культивирование микроорганизмов. Выбор сред и условий культивирования для выделения различных групп микроорганизмов. Инкубация и инкубирование. Посев штрихом, посев уколом. Техника посева и пересева. Пассирование (субкультивирование). Способы хранения культур. Способы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов. Получение накопительных и чистых культур микроорганизмов. Выделение чистых культур микроорганизмов. Идентификация микроорганизмов. Ферментеры.

**Тема 5. Генетика микроорганизмов. Адаптационные возможности микробов к воздействию факторов внешней среды.**

Особенности строения генетического материала у прокариот. Роль плазмид в передаче наследственной информации. Коньюгация, трансдукция, трансформация. Мутации у бактерий и их использование в биотехнологических процессах. Адаптационные возможности микроорганизмов к воздействию факторов внешней среды. Влияние температуры, влажности, кислотности на развитие микроорганизмов. Действие видимого излучения. Химические факторы и их влияние на микроорганизмы.

**Раздел 3. Превращение микроорганизмами соединений углерода .**

**Тема 6. Превращение углеводов в анаэробных условиях.**

Получение энергии у микроорганизмов. Типы жизни, основанные на субстратном фосфорилировании. Сравнение процессов дыхания и брожения. Гликолиз Особенности процесса. Характеристика отдельных видов брожений. Спиртовое брожение. Дрожжи – как основные возбудители спиртового брожения, низовые и верховые дрожжи, эффект Пастера. Значение спиртового брожения. Молочнокислое брожение: гомоферментативное, гетероферментативное, бифидоброжение, химизм процесса, конечные продукты, характеристика молочнокислых бактерий и практическое значение. Пропионовокислое брожение, характеристика пропионовокислых бактерий. Процессы брожения, вызываемые бактериями рода *Clostridium*.

**Тема 7. Превращение углеводов в аэробных условиях.**

Аэробное дыхание и его модификации**.** Общая характеристика аэробного дыхания. Молекулярный кислород как фактор эволюции. Механизмы взаимодействия прокариотных микроорганизмов с молекулярным кислородом. Формирование «оксидазного механизма» взаимодействия клетки с молекулярным кислородом. Модификация аэробного дыхания: бактериальная биолюминесценция. Окисление отдельных органических веществ: окисление углеводородов. Окисление жиров и жирных кислот. Окисление этилового спирта до уксусной кислоты. Аэробное и анаэробное разложение целлюлозы, разложение гемицеллюлозы, лигнина и пектиновых веществ. Значение процессов в природе и жизни человека.

**Раздел 4. Превращение микроорганизмами соединений азота.**

**Тема 8. Превращения микроорганизмами минеральных соединений азота.**

Ассимиляция азота. Общая характеристика круговорота азота. Минерализация или аммонификация азота. Разложение нуклеиновых кислот, мочевины, мочевой и гиппуровой кислот. Нитрификация. Нитрифицирующие бактерии 1 и 2 фаз нитрификации. Гетеротрофная нитрификация. Иммобилизация азота. Денитрификация. Биохимия процессов аммонификации, нитрификации, денитрификации. Значение процессов в природе и жизни человека.

**Тема 9. Биологическая фиксация атмосферного азота.**

Общая характеристика биологической азотфиксации. Азотфиксация свободноживущими микроорганизмами. Ассоциативная азотфиксация. Роль ассоциативных азотфиксаторов в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур. Симбиотическая азотфиксация. Образование клубеньков на корнях бобовых растений. Классификация клубеньковых бактерий, их свойства. Химизм процесса азотфиксации. Роль нитрогеназы в этом процессе. Бобово-ризобиальный симбиоз. Биопрепараты на основе азотфиксирующих бактерий. Их характеристика. Значение биологической азотфиксации в повышении плодородия почвы и сельскохозяйственных культур.

## 4.3 Лекции /практические/ занятия

Таблица 4

**Содержание лекций /практических работ/ и контрольные мероприятия**

| № п/п | № раздела | № и название лекций/ практических/ занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия | Кол-во Часов |
|---|---|---|---|---|---|
| 1. | **Раздел 1. Особенности строения и классификация бактерий.** | | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | | **9,25** |
| | Тема 1. Бактерии, их морфология и классификация. | Лекция № 1. Бактерии. Морфология и классификация. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 | | 1 |
| | | Практическая работа № 1. Приготовление фиксированных окрашенных препаратов. Шаровидные формы бактерий. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 | Защита работы, опрос. Тест. | 1 |
| | Тема 2. Морфология, жизнедеятельность и систематика | Лекция № 2. Общие принципы классификации прокариот. Особенности жизнедеятельности разных физиологических группп микроорганизмов. | УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | | 1 |

| № п/п | № раздела | № и название лекций/ практических/ занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия | Кол-во Часов |
|---|---|---|---|---|---|
| | других групп микроорганизмов. | | | | |
| | | Практическая работа № 2. Палочковидные, спиралевидные, нитчатые формы. Микроскопические грибы. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 | Защита работы, опрос. | 1 |
| 2. | **Раздел 2. «Физиология и генетика микроорганизмов».** | | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | | **25,5** |
| | Тема 3. Питание микроорганизмов. Химический состав бактерий. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания. | Лекция №3. Химический состав бактерий. Способы питания и поступления питательных веществ в клетку бактерий. Типы питания. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 | | 2 |
| | | Практическая работа №3 Приготовление питательных сред. Методы стерилизации. | УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | Защита работы, опрос,контрольная работа. | 2 |
| | Тема 4. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов. | Лекция №4. Рост и культивирование микроорганизмов. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 | | 1 |
| | | Практическая работа № 4. Посев микроорганизмов из почвы и воздуха. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | Проверка чашек Петри с посевом; проверка микроскопированных препаратов. Защита работы. Опрос. | 2 |
| | Тема 5. Генетика микроорганизмов. Адап- | Лекция №5. Генетика микроорганизмов. Мутации у бактерий. Влияние внешних условий на развитие микро- | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 | . | 1 |

| № п/п | № раздела | № и название лекций/ практических/ занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия | Кол-во Часов |
|---|---|---|---|---|---|
| | тационные возможности микробов к воздействию факторов внешней среды. | организмов. | УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | | |
| 3. | **Раздел 3. «Превращение микроорганизмами соединений углерода».** | | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | | **21** |
| | Тема 6. Превращение углеводов в анаэробных условиях. | Лекция №6. Общая характеристика круговорота углерода. Гликолиз. Характеристика разных видов брожения. Возбудители. Значение процессов в природе и жизни человека. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 | | 4 |
| | | Практическая работа №5. Постановка спиртового, маслянокислого, молочнокислого брожений. | УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | Защита работы | 2 |
| | | Практическая работа №6. Результаты. Результаты спиртового, маслянокислого, молочнокислого брожения. Микроскопирование препаратов. Проведение расчетов. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | Проверка микроскопированных препаратов, иденификация микроорганизмов, защита работы. | 2 |
| | Тема 7. Превращение углеводов в аэробных условиях. | Лекция №7. Аэробное дыхание. Общая характеристика. Окисление отдельных органических веществ: окисление углеводородов Значение процессов в природе и жизни человека. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | | 2 |
| | | Практическая работа №7. Результаты опытов по окислению жира и клетчатки. | УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | Проверка микроскопированных препаратов, идентификация бактерий, защита работы. | 2 |
| 4. | **Раздел 4. Превращение микроорганизма-** | | УК-1.1. УК- | | **16** |

| № п/п | № раздела | № и название лекций/ практических/ занятий | Формируемые компетенции | Вид контрольного мероприятия | Кол-во Часов |
|---|---|---|---|---|---|
| | **ми соединений азота.** | | 1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | | |
| | Тема 8. Превращение микроорганизмами соединений азота | Лекция №8. Общая характеристика круговорота азота. Аммонификация. Нитрификация. Денитрификация. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 | | 2 |
| | | Практическая работа №8. Постановка опыта по циклу азота. | УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | Защита работы, опрос. | 2 |
| | Тема 9. Биологическая фиксация атмосферного азота. | Лекция №9. Биологическая азотфиксация. Характеристика азотфиксирующих бактерий. Значение в природе и жизни человека. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | | 2 |
| | | Практическая работа №10. Изучение аммонификаторов, денитрификаторов, азотфиксаторов. | УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6,4 УК-6.5 | Проверка микроскопированных препаратов, иденификация микроорганизмов, защита работы. | 2 |

Таблица 5

## Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|---|---|---|
| **Раздел 1. Особенности строения и классификация бактерий.** | | |
| 1. | Тема 2. Морфология, жизнедеятельность и систематика других групп микроорганизмов. | Особенности классификации прокариот. Систематика разных физиологических групп микроорганизмов и их особенности. (УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК-6.3 УК-6.4 УК-6.5). |
| **Раздел 2. «Физиология и генетика микроорганизмов».** | | |
| 2. | Тема 3. Питание микроорганизмов. Химический состав бактерий. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания. | Классификация микроорганизмов по отношению к количеству и качеству питательных веществ. Требования микроорганизмов к питательным веществам. Макро- микро- ультро - микроэлементы. Понятие о миксотрофии. Типы питательных сред, их состав и приготовление. Особенности питательных сред для культивирования отдельных групп микроорганизмов (УК-1.1 УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6.4 УК-6.5). |

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|---|---|---|
| 3. | Тема 4. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов. | Поиск и выделение культур-продуцентов. Выделение одноклеточных бактерий-продуцентов. Выделение актиномицетов-продуцентов. Выделение грибов-продуцентов. Выделение грибов-продуцентов из почвы. Выделение грибов-продуцентов из растительного материала. Периодическое и непрерывное культивирование микроорганизмов. Культивирование микроорганизмов в суспензионных культурах. Твердофазное культивирование. Применение иммобилизованных клеток и ферментов. Различные ферментеры в промышленности. Принципы аэрирования ферментеров и проблемы пенообразования. Развитие методов анаэробного культивирования микроорганизмов. Методология работы с анаэробами. Промышленно важные анаэробные микроорганизмы (УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6.4 УК-6.5). |
| 4. | Тема 5. Генетика микроорганизмов. Адаптационные возможности микробов к воздействию факторов внешней среды. | Основные понятия генетики микроорганизмов. Обмен генетической информацией у прокариот. Процесс диссоциации у бактерий. Генетически модифицированные микроорганизмы. Отношение микроорганизмов к физико-химическим факторам окружающей среды. Активность воды. Гидростатическое давление. Электромагнитное излучение. Микробные местообитания, сочетающие несколько экстремальных факторов. (УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6.4 УК-6.5). |
| **Раздел 3. «Превращение микроорганизмами соединений углерода».** | | |
| 5. | Тема 6. Превращение углеводов в анаэробных условиях. | Особенности эволюции субстратного фосфорилирования у микроорганизмов. Альтернативные пути сбраживания углеводов. Гомоферментативное молочнокислое брожение и особенности гомоферментативных молочнокислых бактерий. Ацетонобутиловое брожение и смешанное кислое бутандиоловое брожение. Разложение гемицеллюлозы, лигнина и пектиновых веществ. Водная и росяная мочка лубоволокнистых растений. (УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5). |
| 6. | Тема 7. Превращение углеводов в аэробных условиях. | Окисление отдельных органических и неорганических соединений. Аэробное дыхание и его модификации. Окисление ароматических соединений путем образования β-кетоадипиновой кислоты. Молекулярный кислород как фактор эволюции. Проблема «молекулярный кислород – клетка». Механизмы взаимодействия прокариотных микроорганизмов с молекулярным кислородом. Формирование «оксидазного механизма» взаимодействия клетки с молекулярным кислородом». Особенности механизма биолюминесценции у бактерий (УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6.4 УК-6.5). . |
| **Раздел 4. «Превращение микроорганизмами соединений азота».** | | |
| 7. | Тема 8. Превращения микроорганизмами минеральных соединений азота. | Круговорот веществ на протяжении геологической истории Земли. Влияние человека на круговорот веществ. Гетеротрофная нитрификация. Иммобилизация азота и значение этих процессов в природе и жизни человека. (УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК- |

| № п/п | № раздела и темы | Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения |
|---|---|---|
| | | 6.4 УК-6.5). |
| 8. | Тема 9. Биологическая фиксация атмосферного азота. | Эффективность некоторых азотфиксирующих систем. Использование фиксированного азота фотосинтезирующими организмами. Детерминированные и недетерминированные клубеньки. Биопрепараты на основе азотфиксирующих бактерий и их роль в повышении продуктивности сельскохозяйственных культур (УК-1.1. УК-1.2 УК-1.3 УК-1.4. УК-1.5 УК-6.1 УК-6.2 УК 6.3 УК-6.4 УК-6.5). |

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

| № п/п | Тема и форма занятия | | Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий |
|---|---|---|---|
| 1. | Тема 3. Питание микроорганизмов. Химический состав бактерий. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания. | ПЗ | Творческое задание – создать оптимальные условия для определенной группы микроорганизмов и приготовить соответствующую питательную среду, работа в малых группах. Деловая игра: «Твой результат», разбор конкретной ситуации. |
| 2. | Тема 4. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов. | ПЗ | Работа в малых группах, микроскопирование препаратов и их определение, обсуждение результатов и анализ конкретной ситуации. |
| 3. | Тема. Постановка отдельных видов брожения. | ПЗ | Интерактивный метод – ролевая игра «Твой интеллектуальный результат», групповое обсуждение. |
| 4. | Тема. Результаты и анализ процессов брожения и микроорганизмов, их вызывающих. | ПЗ | Творческое задание, деловая игра: «Твой результат», работа в малых группах, разбор конкретной ситуации, микроскопирование и проверка результатов, оформление результатов, их сравнение и выбор лучшего. |
| 5. | Тема. Превращение микроорганизмами соединений азота. | Л | Проведение проблемной лекции, основанной на вопросах студентов. |

## 6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины

### 6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности

**Тесты для текущего и промежуточного контроля знаний обучающихся**

**Тест к теме 2. « Морфология, жизнедеятельность и систематика других групп микроорганизмов»**

***Назовите правильные ответы:***

1. Бактерии с клетками шаровидной формы называют…
   а) бациллами
   б) кокками
   в) спириллами
   г) вибрионами
2. Важными структурными компонентами клеточной стенки бактерий является …
   а) целлюлоза
   б) хитин
   в) муреин
   г) белок
3. В цитоплазме бактериальной клетки находятся…
   а) митохондрии
   б) хлоропласты
   в) лизосомы
   г) рибосомы
4. Основное отличие строения бактерий заключается в отсутствии…
   а) оформленного ядра
   б) ДНК
   в) клеточной стенки
   г) рибосом
5. Наследственная информация в клетках бактерий содержится в …
   а) кольцевой ДНК
   б) мембране
   в) ядре
   г) рибосомах
6. Основное отличие строения бактерий заключается в отсутствии…
   а) оформленного ядра
   б) ДНК
   в) клеточной стенки
   г) рибосом

7. Расположение жгутиков по всей поверхности клеток называется…
   а) монотрих
   б) перитрих
   в) лофотрих
   г) амфитрих

8. В состав клеточной стенки грамположительных бактерий входят…
   а) споры
   б) тейхоевые кислоты
   в) органические кислоты
   г) минеральные соли
9. Распространенным видом движения микроорганизмов являются…
   а) фототаксис
   б) фототропизм
   в) хемотаксис
   г) гидротаксис

10. К включениям прокариот относят…
   а) волютиновые зерна
   б) лизосомы
   в) сферосомы
   г) ферретин

**Вопросы для подготовки к контрольным мероприятиям (текущий контроль)**

**Тема 2. «Морфология, жизнедеятельность и классификация бактерий»**

***Устный опрос, вопросы к защите ПР***

1. Какие основные формы бактерий вы знаете?
2. Какие организмы называют прокариотами?
3. Назовите представителей шаровидных форм бактерий.
4. Как выглядит сарцина под микроскопом?
5. На какие группы делятся палочковидные бактерии?
6. Назовите представителей спорообразующих палочковидных бактерий.
7. Какие бактерии не образуют спор?
8. Какие функции выполняет спора у бактерий?
9. Назовите спиралевидные формы бактерий.
10. Чем отличаются вибрионы, спириллы и спирохеты?
11. Какие основные типы движения бактерий вы знаете?

12. Какова связь типа жгутикования с характером движения бактерий?
13. Какие нитчатые бактерии вы знаете?
14. Где в природе встречаются нитчатые бактерии и какова их роль?
15. Какие особенности актиномицетов вы знаете.
16. Что общего у актиномицетов и бактерий, у актиномицетов и грибов?
17. Можно ли в процессе приготовления препаратов актиномицетов (еще до просмотра под микроскопом) установить их принадлежность к этой группе)?
18. В чем отличие спор актиномицетов от спор бактерий?

**Тема 3. Питание микроорганизмов. Химический состав бактерий. Способы поступления питательных веществ в клетку. Типы питания.**

***Устный опрос, вопросы к защите ПР.***

1. Какие основные требования микроорганизмов к питательным веществам?
2. Какие элементы называют макро- микро- и ультро- микроэлементами? Приведите примеры.
3. Какие основные способы питания микроорганизмов?
4. Назовите основные способы поступления питательных веществ в бактериальную клетку?
5. Что такое активный транспорт и его примеры.
6. Чем пассивная диффузия отличается от облегченной диффузии?
7. В чем особенности механизма транспорта – унипорт, симпорт и антипорт?
8. Какие типы питания существуют у бактерий?
9. Что такое фотолитоавтотрофия и для каких бактерий она характерна?
10. Охарактеризуйте типы питания: фотолитогетеротрофия, фотоорганоавтотрофия, фотоорганогетеротрофия?
11. Кто и когда открыл процесс хемосинтеза?
12. В чем особенности хемолитоавтотрофного типа питания?
13. Охарактеризуйте хемоорганогетеротрофный тип питания бактерий.
14. Какие типы питательных сред существуют?
15. Что такое миксотрофия?

***Вопросы к контрольной работе.***

1 Питательные среды. Типы питательных сред. Их характеристика.

2. Культивирование. Непрерывное и периодическое культивирование.

3. Стерилизация. Основные методы стерилизации. Примеры.

**Тема 4. Рост и культивирование. Способы культивирования микроорганизмов**.

***Устный опрос, вопросы к защите ПР.***

1. Что такое рост?
2. Какие фазы роста вы знаете?
3. Что такое культивирование?
4. Какая культура называется чистой или аксенической, какая смешанной?
5. Какой химический состав бактериальной клетки?
6. Какие элементы называют макроэлементами? Назовите их.
7. Какое значение имеют различные макроэлементы в жизнедеятельности микробной клетки?
8. Какие элементы называют микроэлементами? Приведите примеры.
9. Какое значение микроэлементы имеют в жизнедеятельности бактерий?
10. Каковы основные способы питания микроорганизмов?
11. Назовите механизмы поступления питательных веществ в бактериальную клетку. Чем отличается облегченная диффузия от пассивной? Каковы основные механизмы активного транспорта?
12. Каковы основные принципы классификации прокариот по типу питания?
13. Перечислите основные типы питания прокариот. В чем особенности фотолиоавтотрофии у бактерий?
14. Кто и когда открыл хемосинтез у бактерий? В чем особенности хемолитоавтотрофных бактерий?
15. Чем отличается фотоорганогетеротрофия от хемоорганогетеротрофии?
16. Как делятся питательные среды по составу, назначению и физическому состоянию? Назовите разнообразные питательные среды.
17. Что такое стерилизация? Какие методы стерилизации вы знаете?
18. Назовите основные методы культивирования микроорганизмов.
19. Какие способы отбора проб воздуха, воды и почвы существуют для выделения культур-продуцентов?
20. Какие условия хранения отобранных проб позволяют выделить продуцентов, наиболее приближенных к условиям существования в природной эконише?
21. Что такое периодическое культивирование? Как размножаются бактерии?
22. В чем отличие чистой культуры от накопительной?

23. Что такое посев? Какие виды посева существуют? Каковы способы хранения культур микроорганизмов?
24. Как происходит рост культуры при периодическом культивировании?
25. В чем заключается непрерывное культивирование микроорганизмов?
26. Какие способы проведения непрерывного процесса существуют? Какие из них наиболее надежные по управлению?
27. В чем заключаются особенности культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов?
28. В чем особенности твердофазного культивирования?
29. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.

**Тема 8. Превращение микроорганизмами соединений азота.**

***Устный опрос, вопросы к защите ПР.***

1. Дайте общую характеристику круговорота азота и роль микроорганизмов в этом процессе.
2. Каково значение фиксации молекулярного азота для растений?
3. На какие этапы можно подразделить процесс минерализации азота микроорганизмами?
4. В чем особенности аммонифицирующих бактерий?
5. Объясните отличие 1 фазы нитрификации от 2 фазы. Особенности гетеротрофной нитрификации. Дайте характеристику нитрифицирующих бактерий.
6. В чем сущность процесса денитрификации? Какие микроорганизмы осуществляют этот процесс и при каких условиях?
7. Приведите примеры процессов, при которых азот переходит в соединения, недоступные для растений.
8. Каково значение свободноживущих и симбиотических азотфиксирующих микроорганизмов? Приведите примеры свободноживущих микроорганизмов, усваивающих азот.
9. В чем особенности ассоциативной азотфиксации и какие микроорганизмы ее осуществляют?
10. Какие растения вступают в симбиотические отношения с азотфиксирующими бактериями?
11. Какими свойствами обладают клубеньковые бактерии?
12. В чем особенности биохимии азотфиксации? На какие стадии можно разделить процесс восстановления молекулярного азота до аммиака?
13. Какое значение в природе и жизни человека имеет биологическая азотфиксация7

**Перечень вопросов, выносимых на промежуточную аттестацию (зачет)**

1. Основные физиологические особенности у прокариот.
2. Морфологические типы бактерий. Размеры бактерий.
3. Сравнительная характеристика клеток прокариот и эукариот.
4. Структурная организация бактериальной клетки. Внутренние структуры и их функции.
5. Ультраструктура бактериальной клетки. Поверхностные структуры и их функции.
6. Особенности грамположительных и грамотрицательных бактерий. Чем отличаются грамположительные и грамотрицательные бактерии.
7. Какие основные принципы классификации бактерий. Систематика микроорганизмов.
8. Рост, развитие и размножение бактерий, их движение и спорообразование.\
9. Морфология, строение и химический состав бактериальной клетки.
10. Микроорганизмы и окружающая среда. Влияние факторов внешней среды на микроорганизмы.
11. Способы питания и поступления питательных веществ в бактериальную клетку.
12. Пищевые потребности микроорганизмов.
13. Основные типы питания бактерий, их характеристика.
14. Культивирование микроорганизмов. Основные типы культивирования.
15. Генетика микроорганизмов. Особенности строения генетического материала у прокариот. Генетически модифицированные бактерии и их использование в биотехнологии.
16. Адаптационные возможности микроорганизмов к воздействию факторов внешней среды.
17. Общая характеристика превращений микроорганизмами соединений углерода. Метаболизм прокариот. Ферменты микроорганизмов.
18. Сходство и различие процессов брожения и дыхания.
19. Гликолиз: химизм, особенности процесса и его значение.
20. Конструктивный и энергетический метаболизм. Особенности процесса дыхания и его значение.
21. Роль микроорганизмов в превращениях соединений углерода. Спиртовое брожение: возбудители, химизм процесса и его значение.
22. Молочнокислое брожение. Химизм процесса и его значение. Характеристика молочнокислых бактерий.
23. Пропионовокислое брожение: химизм, возбудители и значение в природе и жизни человека.
24. Брожения, вызываемые бактериями рода Clostridium. Особенности процессов, характеристика возбудителей и значение в природе и жизни человека.
25. Маслянокислое брожение. Возбудители и значение в природе и жизни человека.
26. Ацетонобутиловое брожение, возбудители и значение процесса.

27. Окисление углеводородов, значение и характеристика микроорганизмов, осуществляющих этот процесс.
28. Окисление жиров и высокомолекулярных кислот жирного ряда микроорганизмами, значение процесса.
29. Окисление этилового спирта до уксусной кислоты микроорганизмами, значение процесса.
30. Разложение пектиновых веществ микроорганизмами, значение процесса при технической обработке волокнистых растений.
31. Общая характеристика цикла азота. Аммонификация и иммобилизация азота.
32. Разложение нуклеиновых кислот, мочевины, мочевой и гиппуровых кислот микроорганизмами, значение процессов в природе.
33. Превращения микроорганизмами соединений азота. Нитрификация и денитрификация, значение в природе и жизни человека.
34. Биологическая фиксация молекулярного азота. Значение процесса в природе и жизни человека.
35. Симбиотическая фиксация у бобовых растений. Характеристика клубеньковых бактерий. Химизм фиксации микроорганизмами молекулярного азота.
36. Ассоциативная азотфиксация. Значение в природе и жизни человека.
37. Биопрепараты, их характеристика и роль в продукционном процессе.
38. Микробные землеудобрительные препараты, их эффективность и использование в сельском хозяйстве.
39. Биоконверсия. Использование микроорганизмов в биоконверсии. Виды ферментации. Управляемая и прямая биоконверсия.
40. Культивирование микроорганизмов. Периодическое культивирование. Его роль в биотехнологических процессах.
41. Непрерывное культивирование. Характеристика типов культивирования (хемостат, аукстостат, непрерывная культура с рециклом клеток, многостадийное непрерывное культивирование).
42. Микробные землеудобрительные препараты и их использование в сельском хозяйстве. Биопрепарат Ризоторфин на основе клубеньковых бактерий рода *Rhizobium* и *Bradyrhizobium*.
43. Биопрепарат Азотобактерин на основе *Azotobacter chroococcum.* Особенности его применения.
44. Биопрепараты на основе ассоциативных азотфиксирующих бактерий (Агрофил, Мизорин, Экстрасол, Ризоагрин, Флавобактерин и др.). Их характеристика и применение.
45. Стимуляция роста растений биологически активными веществами и их использование в сельскохозяйственном производстве.

### 6.2. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания

#### 6.2.1. Оценочные средства текущего контроля успеваемости

Зачет – вид мероприятия промежуточной аттестации, в результате которого обучающий получает оценку в шкале «зачет»/ «не зачет».
Зачет может приниматься как в устной форме (которая предполагает ответы студентов на теоретические вопросы), так и выставляться по результатам выполнения студентами установленных программой видов работ. Для разных обучающихся учебной группы могут быть определены разные формы сдачи зачета в зависимости от качества их работы в семестре изучения дисциплины. Вопросы к зачету, задания, которые должны выполнить студенты в семестре, (и форму его проведения) студенты получают на первом занятии по дисциплине в данном семестре.

**Оценка знаний студентов проводится по следующим критериям:**

**Для получения зачета используется следующая шкала оценивания:**

Оценка **«зачтено»** выставляется студенту, который прочно усвоил предусмотренный программный материал; правильно, аргументировано ответил на все вопросы, с приведением примеров; показал глубокие систематизированные знания, владеет приемами рассуждения и сопоставляет материал из разных источников: теорию связывает с практикой, другими темами данного курса, других изучаемых предметов; без ошибок выполнял практические работы.

**Критерии оценки знаний студента на зачете:** обязательным условием выставленной оценки является правильная речь в быстром или умеренном темпе. Дополнительным условием получения оценки «зачтено» могут стать хорошие успехи при выполнении тестов, самостоятельной и контрольной работы, систематическая активная работа на практических занятиях.

Оценка **«не зачтено»** выставляется студенту, который не справился с 50% вопросов, в ответах на другие вопросы допустил существенные ошибки. Не может ответить на дополнительные вопросы, предложенные преподавателем. Целостного представления о взаимосвязях, компонентах, этапах развития культуры у студента нет. Оценивается качество устной и письменной речи, как и при выставлении положительной оценки.

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1 Основная литература

1. Госманов Р.Г., Галиуллин А.К., Волков А.Х., Ибрагимова А.И. Микробиология: учебное пособие для вузов. – 4-е изд., стер. – Санкт-Петербург: Лань, 2021. – 496. – ISBN 978-5-8114-8107- https://e.lanbook.com/book/171851

2. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Микробиология: учебник для вузов. – 8-е изд., испр. и доп. – Москва: Изд-во Юрайт, 2022. – 428. – (Высшее образование). – ISBN 987-5-534-06081-2. – Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/488886

3. Нетрусов А.И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов / А.И.Нетрусов, И.Б.Котова. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 332с. – (Высшее образование). – ISBN 978-5-534-03806-4/ - Текст: электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/490704.

### 7.2 Дополнительная литература

1. Козлов А.В. Методы почвенной микробиологии и энзимологии в экосистемных исследованиях. Учебно-методическое пособие. – М: Плодородие, 2023. – 152с.

2. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1: учебник для вузов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 315 с. – (Высшее образование)). – ISBN 978-5-534-03805-7. – Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/489076

3. Нетрусов А.И., Котова И.Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2: учебник для вузов. – Москва: Издательство Юрайт, 2022. – 332 с. – (Высшее образование)). – ISBN 978-5-534-03805-4. – Текст: электронный //Образовательная платформа Юрайт [сайт]. – URL: https://urait.ru/bcode/490704

### 7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям

1. При проведении практических работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности при работе в микробиологической лаборатории, указание преподавателей и лаборантов кафедры.
2. Волобуева О.Г. Тестовые задания по микробиологии. Учебное пособие. – М., 2023. – 111с.
3. ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология
4. ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология
5. Учебный план по направлению 19.03.01 Биотехнология

## 8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева http://elib.timacad.ru . Доступ не ограничен.
2. http://www/aw-bc.com/brock (2011) (открытый доступ).
3. http://www. spring-erlink.com/content/q5m66n/#section=419195&page=1 (открытый доступ).
4. meduniver.com/Medical/Biology/281.html (открытый доступ).
5. www.twirpx.com>Файлы> Биологические дисциплины (открытый доступ).
6. www.pushgu.ru/microbio.html (открытый доступ).
7. http://window.edu.ru/ Единое окно доступа к образовательным ресурсам (открытый доступ).
8. http://www.informika.ru/text/index.html ФГУ "Государственный НИИ информационных технологий и телекоммуникаций" (открытый доступ).

9. www.consultant.ru Справочная правовая система «КонсультантПлюс» (открытый доступ).
10. Справочная правовая система «Гарант» (открытый доступ).

## 9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

## «Физиология микроорганизмов»

Практические занятия проводятся в специализированных аудиториях, оснащенных спецоборудованием. Лекционные занятия проводятся в аудитории, оснащенной средствами мультимедиа и настенным экраном.

Таблица 7

**Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

| **Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы (9 учебного корпуса, №228, 229, 231 аудитории)** | **Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы**** |
|---|---|
| 1 | 2 |
| Корп. № 9, ауд. 228 | 1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/16, Инв. № 553890/17, Инв. № 553890/18, Инв. № 553890/19).<br>2. Микроскоп «Аквелон» 15 шт. (Инв. № 558457/29, Инв. № 558457/30, Инв. № 558457/31, Инв. № 558457/32, Инв. № 558457/33, Инв. № 558457/34, Инв. № 558457/35, Инв. № 558457/36, Инв. № 558457/37, Инв. № 558457/38, Инв. № 558457/39, Инв. № 558457/40, Инв. № 558457/41, Инв. № 558457/42, Инв. № 558457/43).<br>3. Термостат биологический BD 115 2 шт. (Инв. № 558444/4, Инв. № 558444/5).<br>4. Весы технические электронные SPU 401 OHAUS 1 шт. (Инв. № 35078/3).<br>5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (558453/1).<br>6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626/2).<br>7. Ламинарный бокс ВЛ-22-600 1 шт. (Инв. № 558459/1).<br>8. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/4).<br>9. Стулья 13 шт.<br>10. Столы 15 шт. |
| Корп. № 9, ауд. 229 | 1. Микроскоп ЛОМО 10 шт. (Инв. № 553890/5, Инв. № 553890/6, Инв. № 553890/7, Инв. № 553890/8, Инв. № 553890/9, Инв. № 553890/10, Инв. № 553890/11, Инв. № 553890/12, Инв. № 553890/13, Инв. № 553890/14, Инв. № 553890/15).<br>2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/15, Инв. № 558457/16, Инв. № 558457/17, Инв. № 558457/18, Инв. № 558457/19, Инв. № |

| | |
|---|---|
| | 558457/20, Инв. № 558457/21, Инв. № 558457/22, Инв. № 558457/23, Инв. № 558457/24, Инв. № 558457/25, Инв. № 558457/26, Инв. № 558457/27, Инв. № 558457/28).<br>3. Термостат биологический BD 115 3 шт. (Инв. № 558444/1, Инв. № 558444/2, Инв. № 558444/3).<br>4. Весы технические электронные SPU 401 OHAUS 1 шт. (Инв. № 35078/2).<br>5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/2).<br>6. Инфракрасная горелка Bacteria safe 1 шт. (Инв. № 558456).<br>7. Прибор вакуумного фильтрования для анализа воды (вакуумная станция) ПВФ 35/3Б 1 шт. (Инв. № 558454).<br>8. Ламинарный бокс ВЛ-22-1200 1 шт. (Инв. № 558451/2).<br>9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/2-3).<br>10. Стулья 13 шт. |
| Корп. № 9, ауд. 231 | 1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/1, Инв. № 553890/2, Инв. № 553890/3, Инв. № 553890/4).<br>2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/1, Инв. № 558457/2, Инв. № 558457/3, Инв. № 558457/4, Инв. № 558457/5, Инв. № 558457/6, Инв. № 558457/7, Инв. № 558457/8, Инв. № 558457/9, Инв. № 558457/10, Инв. № 558457/11, Инв. № Инв. № Инв. № 558457/12, Инв. № 558457/13, Инв. № 558457/14).<br>3. Термостат биологический BD 115 1 шт. (Инв. № 558444/4).<br>4. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/1).<br>5. Весы технические электронные SPU401 OHAUS 1 шт. (Инв. № 35078/1).<br>6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626).<br>7. Шкаф вандалоустойчивый 1 шт.<br>8. Мультимедийный проектор 1 шт.<br>9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/1).<br>10. Стулья 13 шт.<br>11. Столы– 17 шт. |
| Библиотека имени Железнова, читальный зал | |
| Общежитие, комната для самоподготовки | |

## 10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем микробиологии, раздела «Физиология микроорганизмов» последних достижений науки. Отдельные темы студент должен прорабатывать самостоятельно, используя ресурсы библиотечного фонда. По вопросам, которые вызывают трудности в понимании, студент всегда может проконсультироваться у преподавателя, получить необходимую информацию.

### Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятия, обязан в течение двух недель во внеурочное время отработать пропущенное занятие. На кафедре еженедельно выделяется день отработки пропущенных занятий с дежурством преподавателя до 18.00. Дежурный преподаватель подписывает выполнение экспериментальной части, защищать работу необходимо на следующем занятии по расписанию практикума. Материал пропущенных коллоквиумов необходимо сдавать преподавателю по предварительной договоренности во внеурочное время. Материал пропущенных лекций необходимо проработать самостоятельно. Рабочей программой предусмотрены консультации в течение семестра, которыми необходимо активно пользоваться.

## 11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

При преподавании курса необходимо ориентироваться на современные образовательные технологии оценки результатов, группового способа обучения на практических занятиях, разбора конкретных ситуаций и интерактивного обсуждения результатов исследовательских учебных работ. Реализация компетентностного подхода должна обеспечиваться широким использованием активных и интерактивных форм проведения занятий в процессе обучения. Посещение научных лабораторий и исследовательских центров, мастер-классы специалистов позволят повысить интерес к изучению дисциплины.

Текущий контроль успеваемости студентов целесообразно проводить путем тестирования и коллоквиумов. Самостоятельная работа должна быть направлена на углубленное изучение актуальных проблем сельскохозяйственной микробиологии, последних достижений науки и возможности их использования на практике.

**Программу разработали:**

Волобуева О.Г., д.с.-х.н., доцент _____

Алешкина А.В., ассистент _____

# РЕЦЕНЗИЯ

**на рабочую программу дисциплины «Физиология микроорганизмов»**
**ОПОП ВО по направлению *06.03.01* – Биология,**
**Направленность Управление водными биологическими ресурсами**
**(квалификация выпускника – бакалавр)**

Батаевой Юлией Викторовной, профессором кафедры биотехнологии, доктором биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Физиология микроорганизмов» ОПОП ВО по направлению *06.03.01* – **«Биология»,** направленность **«Управление водными биологическими ресурсами»,** разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре микробиологии и иммунологии (разработчики – Волобуева Ольга Гавриловна, профессор кафедры микробиологии и иммунологии, доктор сельскохозяйственных наук, Алешкина Анастасия Вячеславовна, ассистент кафедры микробиологии и иммунологии).

Рассмотрев представленные на рецензирование материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Физиология микроорганизмов» (далее по тексту Программа) *соответствует* требованиям ФГОС ВО по направлению *06.03.01* – «Биология». Программа *содержит* все основные разделы, *соответствует* требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе ***актуальность*** учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО *не подлежит сомнению* – дисциплина относится к вариативной части дисциплин по выбору учебного цикла – Б1.В.ДВ.04.03.

3. Представленные в Программе ***цели*** дисциплины *соответствуют* требованиям ФГОС ВО направления *шифр 06.03.01* – **«Биология».** В соответствии с Программой за дисциплиной «Физиология микроорганизмов» закреплены 10 учебных УК-1.1; УК-1.2; УК-1.3; УК-1.4; УК-1.5; УК-6.1; УК-6.2; УК-6.3; УК-6.4; УК-6.5 ***компетенций***. Дисциплина «Физиология микроорганизмов» и представленная Программа *способна реализовать* их в объявленных требованиях. Результаты обучения, представленные в Программе в категориях знать, уметь, владеть *соответствуют* специфике и содержанию дисциплины и *демонстрируют возможность* получения заявленных результатов.

4. Общая трудоёмкость дисциплины «Физиология микроорганизмов» составляет 2 зачётные единицы (72 часа /из них практическая подготовка 16 часов).

5. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин *соответствует* действительности. Дисциплина «Физиология микроорганизмов» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению *06.03.01 – Биология* и возможность дублирования в содержании отсутствует.

6. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий *соответствуют* специфике дисциплины.

7. Программа дисциплины «Физиология микроорганизмов» предполагает 5 занятий в интерактивной форме.

8. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, *соответствуют* требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления *06.03.01 – Биология.*

9. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, диспутах и ролевых играх, участие в тестировании и аудиторных заданиях) *соответствуют* специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

10. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме зачета, что *соответствует* статусу дисциплины, как дис-

циплины вариативной части дисциплин по выбору учебного цикла – Б1.В.ДВ.04.03 ФГОС ВО направления *06.03.01 – Биология.*

11. Формы оценки знаний, представленные в Программе соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 3 источника, дополнительной литературой – 3 наименования. Интернет-ресурсы – 10 источников и соответствует требованиям ФГОС ВО *направления 06.03.01 Биология.*

13. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Физиология микроорганизмов» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

14. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Физиология микроорганизмов»

**ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенного рецензирования можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Физиология микроорганизмов» ОПОП ВО по направлению *06.03.01* – Биология, направленность «Управление водными биологическими ресурсами» (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная Волобуевой Ольгой Гавриловной, профессором кафедры микробиологии и иммунологии, доктором с.-х.н. и Алёшкиной Анастасией Вячеславовной, ассистентом кафедры микробиологии и иммунологии, соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Батаева Юлия Викторовна, профессор кафедры биотехнологии РГАУ0МСХА имени К.А.Тимирязева, доктор биологических наук



«03» сентября 2026 г.