

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Инженерно-технический институт
Кафедра биологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Т. В. Пасько
«17» июня 2026 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.О.21 Микробиология

Направление подготовки/специальность: 06.03.01 - Биология

Профиль/направленность/специализация: Общая биология и биотехнология

Уровень высшего образования: бакалавриат

Квалификация: Бакалавр

год набора: 2026

Автор программы:

Кандидат биологических наук, Гончаров Александр Геннадьевич

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 - Биология (уровень бакалавриата) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «07» августа 2020 г. № 920).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биологии и биотехнологии «16» июня 2026 г. Протокол № 11

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Инженерно-технического института, Протокол от «17» июня 2026 г. № 10.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата.....	4
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	18
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	27
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	29
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	29

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-1 Способен применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач

1.2 Типы задач профессиональной деятельности, к которым готовятся обучающиеся в рамках освоения дисциплины:

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 01 Образование и наука (в сферах: образования; научных исследований живой природы; научных исследований с использованием биологических систем в хозяйственных и медицинских целях, в целях охраны природы)

1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ОПК-1 Способен применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач	Использует знания теоретических основ микробиологии для изучения жизни и свойств живых объектов, их идентификации и культивирования. Применяет методы наблюдения, классификации, культивирования, воспроизводства микробиологических объектов в природных и лабораторных условиях. Использует полученные знания для анализа взаимодействий организмов различных видов друг с другом и со средой обитания

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-1 Способен применять знание биологического разнообразия и использовать методы наблюдения, идентификации, классификации, воспроизводства и культивирования живых объектов для решения профессиональных задач

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения		
		Очная (семестр)		
		1	2	4
1	Альгология	+		
2	Анатомия и морфология растений	+	+	
3	Зоология	+	+	
4	Ознакомительная практика			+

2. Место дисциплины в структуре ОП бакалавриата:

Дисциплина «Микробиология» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 06.03.01 - Биология.

Дисциплина «Микробиология» изучается в 3, 4 семестрах.

3.Объем и содержание дисциплины

3.1.Объем дисциплины: 8 з.е.

Очная: 8 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	288
Контактная работа	124
Лекции (Лекции)	56
Лабораторные (Лаб. раб.)	68
Самостоятельная работа (СР)	128
Экзамен	36
Зачет	-

3.2.Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Лаб · раб.	СР	
		О	О	О	
3 семестр					
1	Микробиология. История, разделы, методы.	6	6	16	Практическая и лабораторная работа
2	Морфология и функциональная структура бактериальной клетки.	6	6	16	Практическая и лабораторная работа; Контрольная работа
3	Питание и рост микроорганизмов.	6	6	16	Практическая и лабораторная работа
4	Энергетические процессы.	6	6	16	Практическая и лабораторная работа; Контрольная работа
5	Биосинтетические процессы.	8	8	16	Практическая и лабораторная работа
4 семестр					
6	Принципы классификации прокариотов	8	-	16	Контрольная работа

7	Разнообразие и систематика микроорганизмов.	8	18	16	Практическая и лабораторная работа
8	Действие факторов внешней среды на микроорганизмы. Экология микроорганизмов.	8	18	16	Практическая и лабораторная работа; Контрольная работа

Тема 1. Микробиология. История, разделы, методы. (ОПК-1)

Лекция.

Лекция №1. История развития микробиологии. Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микробиологии в народном хозяйстве и медицине. Этапы развития микробиологии. Открытие микроорганизмов А.Левенгуком. Работы описательного периода (Р. Гука, Ж.Л.Л. Бюффона, Ш. Каньяр де Латура, Т. Шванна, Ф. Кютцинга). Научная деятельность Л. Пастера, его роль в формировании науки о функциях микроорганизмов и возникновении различных областей микробиологии. Значение работ Р. Коха, М. Бейеринка, А.Флеминга, А. Де Бари. Роль отечественных ученых в развитии науки о микроорганизмах. Развитие отечественной микробиологии. Первые русские микробиологи (Л.С. Ценковский, И.И. Мечников, Н.Ф. Гамалея, Д.К. Заболотный и др.), их вклад в развитие науки о микроорганизмах. Значение работ С.Н. Виноградского и В.Л. Омелянского для развития нового направления – экологической микробиологии. М.С. Воронин – основатель отечественной микологии. Открытие вирусов и бактериофагов. Работы Д.И. Ивановского, Ф.Д. Эрелля. Развитие микробиологии в XX веке. Достижения советских микробиологов. Работы Г.А. Надсона, Б.Л. Исаченко, А.А. Имшенецкого, Н.А. Красильникова, Е.Н. Мишустина, В.Н. Шапошникова, С.П.Костычева. В.С. Буткевича. Открытие антибиотиков. Работы А.Флеминга, Х. Флори и Э. Чейна. Вклад З.В. Ермольевой в разработку отечественных антибиотических препаратов. Основные направления развития современной микробиологии; общая микробиология, медицинская, промышленная, сельскохозяйственная, почвенная и др. Краткая характеристика их задач. Новые направления в микробиологии и перспективы развития. Лекция №2. Методы исследования в микробиологии. Прокариоты – основной объект изучения современной микробиологии. Характеристика прокариотных организмов. Две ветви прокариот: археи и эубактерии. Микроскопические методы исследования микроорганизмов. Световой микроскоп и его разновидности: темнопольная, фазово-контрастная и люминесцентная микроскопия. Препараты клеток микроорганизмов. Простые и дифференцированные методы окраски клеток.

Лабораторные работы.

Организация микробиологической лаборатории и правила работы в ней. Стерилизация. Питательные среды.

План проведения занятия.

1. Стерилизация.
2. Питательные среды.
3. Культивирование микроорганизмов.

Методические рекомендации: в процессе занятия необходимо сформировать понятия о стерилизации, питательных средах, выработать навыки приготовления питательных сред.

Контрольные вопросы.

Какие методы стерилизации вы знаете?

Какие бывают культуры микроорганизмов?

Какие бывают питательные среды?

Как проводится культивирование аэробных микроорганизмов?

Как проводится культивирование анаэробных микроорганизмов?

Лабораторная работа. Микроскопические методы исследования микроорганизмов.

Лабораторная работа. Правила работы с микроорганизмами. Приготовление прижизненных и постоянных препаратов.

Задания для самостоятельной работы.

Задание 1. Подготовить сообщения о многообразии микроорганизмов, их роли в природе и жизни человека.

Задание 2. Познакомиться с краткой историей микробиологии и составить таблицу «Хронология микробиологических открытий».

Задание 3. Заполните следующую таблицу: "Температурный режим при различных способах термической стерилизации."

Дайте определение понятиям «стерилизация», «пастеризация». Объясните, зачем используются эти процессы.

Тема 2. Морфология и функциональная структура бактериальной клетки. (ОПК-1)

Лекция.

Лекция №3. Морфология микроорганизмов. Размеры микроорганизмов. Одноклеточные и многоклеточные формы. Основные формы одноклеточных бактерий. Характерные объединения клеток. Морфологическая дифференцировка микроорганизмов. Цитоплазма и клеточные включения прокариотной клетки. Покоящиеся формы микроорганизмов. Эндоспоры. Их строение, физиологическое предназначение. Этапы формирования эндоспоры. Лекция №4 Строение и химический состав прокариотной клетки. Особенности строения клеток прокариотов в сравнении с эукариотами. Поверхностные структуры прокариотов. Состав и строение клеточных стенок у прокариот. Клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий. Значение клеточных стенок. Протопласты и сферопласты. L-формы и микоплазмы, возможные причины их возникновения. Слизистые слои и капсулы; химический состав и функции. Подвижность у бактерий. Жгутики: их число, состав и рас-положение у бактерий. Осевая нить спирихет. Аксиальные фибриллы. Механизм движения у бактерий. Реакции таксиса у прокариотов (аэротаксис, хемотаксис, фототаксис). Фимбрии и половые волоски (F-пили) у бактерий, их функции. Мембранные структуры клетки прокариотов: ЦПМ, мезосомы, тилакоиды, хроматофоры, аэросомы и др. Цитозоль и рибосомы. Включения, их состав и значение у разных микроорганизмов. Лекция №5. Генетика микроорганизмов Состав и особенности организации генетического аппарата (нуклеоида). Репликация ДНК. Генетический код и синтез белка. Внехромосомные элементы наследственности прокариотов. Области практического использования мутантов микроорганизмов. Рекомбинация у прокариотов: транс-формация, трансдукция, конъюгация. Молекулярные основы мутагенеза и типы мутаций. Мутации, мутагенные факторы. Разнообразие мутантов. Частота и скорость мутаций. Генотипическая и фенотипическая изменчивость. Популяционная изменчивость. Селекция различных мутагенов. Области практического использования мутантов микроорганизмов. Рекомбинация у прокариотов: трансформация, трансдукция, конъюгация. Рекомбинация у эукариотных микроорганизмов. Половой и парасексуальный процессы. Роль трансгенных микроорганизмов в развитии науки и производствах в генной инженерии.

Лабораторные работы.

Практическое занятие. Микроскопические методы исследования микроорганизмов. Некоторые особенности строения прокариотной клетки.

План проведения занятия.

1. Микроскопия.
2. Приготовление микроскопических препаратов.
3. Строение клеточной стенки. Внутрицитоплазматические включения.
4. Цитохимические методы исследования микробной клетки.
5. Лабораторная работа.

Методические рекомендации: в процессе занятия необходимо сформировать понятия о микроскопических методах исследования микроорганизмов, особенностях строения прокариотной клетки, выработать навыки микроскопирования, приготовления и окрашивания микроскопических препаратов, выявления особенностей строения клеток.

Контрольные вопросы.

1. Какие типы микроскопов используют в микробиологических исследованиях?
2. Из каких частей состоит микроскоп и каково их назначение?
3. Как проводится настройка освещения по Келеру?
4. Для чего используется иммерсионная микроскопия?
5. Какая посуда используется для выращивания микроорганизмов?
6. Какие свойства микроорганизмов исследуются на прижизненных и постоянных препаратах?
7. Как приготовить препарат «раздавленная капля»?
8. Какими методами проводится фиксация микроорганизмов на предметном стекле?
9. Какие красители используют для окраски микроорганизмов? Для каких целей используют сложные методы окраски?
10. В чем сущность метода окрашивания бактерий по Граму?
11. Какие факторы оказывают влияние на результат окрашивания по Граму?
12. Какие существуют модификации метода окрашивания по Граму?
13. В чем отличия грамположительных и грамотрицательных бактерий?
14. Какой компонент клеточной стенки является обязательным для грамположительных и грамотрицательных бактерий?
16. Что значит «грамвариабельный»?
17. Как проводится окраска спор бактерий?

Практическое занятие. Морфологические и культуральные признаки бактерий и микромицетов.

План проведения занятия.

1. Морфология микроорганизмов
2. Рост микроорганизмов на плотных питательных средах.
3. Микроскопические грибы.

Методические рекомендации: в процессе занятия необходимо сформировать понятия о морфологических и культуральных признаках бактерий и микромицетов, выработать навыки определения микроорганизмов.

Контрольные вопросы.

1. Какие формы имеют микроорганизмы?
2. От чего может зависеть размер и форма бактерий?
3. Какая структура клетки поддерживает форму бактерий?
4. Как располагаются клетки микроорганизмов после деления?
5. Что такое «сарцины»?
6. Какие микроорганизмы называют бациллами?
7. Чем отличаются спириллы от спирохет?
8. Как образуются нитчатые формы бактерий?
9. Как рассматривается современное систематическое положение грибов в мире живых существ?
10. Какие основные таксономические критерии используются для классификации грибов?
11. Что означают термины «гетерокариоз», «анаморфа», «телеоморфа»?
12. Какие способы размножения известны у грибов?
13. Какими признаками характеризуются роды *Penicillium* и *Aspergillus*?
14. В чем заключаются особенности морфологического строения дрожжевых грибов?
15. Какими способами осуществляется размножение у дрожжевых грибов?

Лабораторная работа. Сложные методы окраски микроорганизмов. Окраска по Граму, окраска спор, капсул.

Лабораторная работа. Морфология бактерий.

Задания для самостоятельной работы.

Задание 1. Дайте развернутые ответы на следующие вопросы:

1. Каковы пределы дифференциации у прокариот?
2. Как коррелирует морфология с химической функцией у бактерий?
3. Что должно присутствовать в среде, чтобы культура росла?

Задание 2. Заполните следующие таблицы:

Характеристика клеточной организации микробов.

Распределите перечисленные ниже формы микробов по двум группам согласно их клеточной организации.

Отношение бактерий к окраске по Граму

Задание 3. Сделайте рисунки всех перечисленных форм бактерий.

Задание 4. Представьте в таблицах рисунки внутренней структуры бактериальной клетки и сделайте на нем соответствующие обозначения цифрами.

Задание 5. Изобразите в таблице бактерии с различным числом и расположением жгутиков.

Назовите виды движений бактерий и приведите примеры форм, передвигающихся таким способом.

Задание 6. Нарисуйте и поясните особенности спорообразования у бактерий.

Тема 3. Питание и рост микроорганизмов. (ОПК-1)

Лекция.

Лекция №6. Разнообразие типов питания у микроорганизмов. Способы существования микроорганизмов. Автотрофия и гетеротрофия. Фототрофия и хемотрофия. Прото-трофы и ауксотрофы. Диффузия и активный транспорт. Потребность микроорганизмов различных элементах и факторах роста. Органические и неорганические соединения углерода, используемые микроорганизмами, их роль в метаболизме. Участие микроорганизмов в круговороте углерода. Группы микроорганизмов, участвующих в круговороте углерода. Окисление мономерных и полимерных углеродсодержащих соединений. Фиксация угле-кислоты микроорганизмами. Органические и минеральные соединения азота, используемые микроорганизмами, их роль в метаболизме клеток. Участие микроорганизмов в круговороте азота. Азотофиксация, аммонификация, нитрификация, денитрификация. Способность микроорганизмов использовать различные соединения серы и фосфора. Круговорот серы в природе. Микроорганизмы, участвующие в этом процессе. Потребность в железе, магнии, кальции; калии, натрии, марганце, молибдене и других элементах. Их роль в метаболизме. Потребности микроорганизмов в готовых аминокислотах, витаминах и других факторах роста. Практическое применение ауксотрофных микроорганизмов.

Лекция №7. Рост и размножение у микроорганизмов. Способы размножения прокариотных и эукариотных микроорганизмов. Бинарное деление и почкование бактерий. Рост отдельных микроорганизмов и рост популяций. Закономерности роста популяции микроорганизмов. Кривая роста. Причины лимитации роста и отмирания. Периодические культуры и гомогенно-непрерывное культивирование. Значение метода непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и использование его в промышленности. Выделение и культивирование. Накопительные культуры и принцип селективности. Чистые культуры микроорганизмов. Методы получения и значение. Основные типы сред, используемых для культивирования микроорганизмов. Методы приготовления и стерилизации питательных сред. Культивирование аэробных, анаэробных и фотосинтезирующих микроорганизмов. Поверхностное, глубинное и иммерсионное культивирование микроорганизмов.

Лабораторные работы.

Практическое занятие. Типы питания у микроорганизмов. Рост и размножение у микроорганизмов

План проведения занятия.

1. Способы существования микроорганизмов
2. Автотрофия и гетеротрофия
3. Фототрофия и хемотрофия. Способы размножения прокариотных и эукариотных микроорганизмов.
4. Рост отдельных микроорганизмов и рост популяций. Закономерности роста популяции микроорганизмов.
5. Значение метода непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и использование его в промышленности.
6. Основные типы сред, используемых для культивирования микроорганизмов. Методы приготовления и стерилизации питательных сред.

Методические рекомендации: в процессе занятия необходимо сформировать понятия о способах существования, росте и размножении микроорганизмов.

Контрольные вопросы.

1. Какие существуют способы существования микроорганизмов?
2. Дайте определения понятиям автотрофия и гетеротрофия, фототрофия и хемотрофия.
3. Охарактеризуйте потребность микроорганизмов различных элементах и факторах роста.
4. Какова роль в метаболизме прокариотов органических и неорганических соединений углерода, азота, серы?
5. Охарактеризуйте способы размножения прокариотных и эукариотных микроорганизмов.
6. Охарактеризуйте закономерности роста популяции микроорганизмов.
7. Каково значение метода непрерывного культивирования для изучения свойств микроорганизмов и использование его в промышленности?
8. Какие существуют основные типы сред, используемых для культивирования микроорганизмов?
9. Охарактеризуйте методы приготовления и стерилизации питательных сред.

Лабораторная работа. Биохимические свойства прокариотов.

Задания для самостоятельной работы.

Заполните таблицу "Способы размножения (деления) прокариотов."

Тема 4. Энергетические процессы. (ОПК-1)

Лекция.

Лекция №8. Пути получения энергии, основанные на субстратном фосфорилировании. Конструктивные (биосинтетические) и энергетические процессы у прокариотов. Их взаимосвязи у разных микроорганизмов (автотрофов, гетеротрофов). Способы получения микроорганизмами энергии. Эндогенные и экзогенные окисляемые субстраты. Органические и неорганические доноры и акцепторы электронов. Особенности электронотранспортных систем различных микроорганизмов. Формы энергии, используемые микроорганизмами. Роль АТФ и способы ее образования (субстратное фосфорилирование, окислительное фосфорилирование при дыхании, фотофосфорилирование). Брожение. Общая характеристика процесса. Определение понятия «брожение». Пути сбраживания углеводов (гексозодифосфатный и монофосфатные пути). Сбраживание других мономерных и полимерных соединений. Молочнокислородное и гетероферментативное брожение, пропионовокислородное, мурвинокислородное (брожение смешанных кислот), маслянокислородное, ацетонобутиловое и спиртовое брожение. Основные продукты различных брожений. Изменение брожений в зависимости от условий выращивания микроорганизмов. Двухфазность брожений, ее причины. Характеристика микроорганизмов, вызывающих различные брожения. Практическое значение этих процессов. Лекция №9. Пути получения энергии, основанные на фотофосфорилировании. Фототрофные микроорганизмы. Использование энергии света фототрофными микроорганизмами. Бактериальный фотосинтез. Пигменты. Устройство фотосинтетического аппарата. Начальные стадии фотосинтеза. Образующиеся продукты и пути их использования. Окислительный и анаэробный фотосинтез. Способы образования АТФ фотоавтотрофами. Лекция №10. Пути получения энергии, основанные на окислительном фосфорилировании. Дыхательные процессы у прокариотов. Аэробное дыхание. Формы участия кислорода в окислении органических субстратов. Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами. Разложение высокомолекулярных соединений (белков, углеводов, нуклеиновых кислот, липидов). Окисление углеводов, механизм конечного окисления органических соединений. Цикл трикарбоновых кислот и пентозофосфатный окислительный цикл. Неполное окисление. Хемосинтез у прокариот. Общее понятие. Типы хемосинтеза. Хемолитотрофные и хемоорганотрофные бактерии. Группы хемолитоавтотрофных микроорганизмов. Основные свойства. Нитрификация, фазы процесса, промежуточные и конечные продукты. Соединения серы и железа, окисляемые микроорганизмами. Пути окисления, конечные продукты. Значение этих процессов. Электронотранспортные системы различных хемолитотрофов. Конечные акцепторы электронов. Дыхательные процессы у прокариотов. Дыхательная цепь. Анаэробное дыхание. Сульфат и серовосстанавливающие бактерии. Путь диссимиляционной сульфатредукции. Окисляемые субстраты. Микроорганизмы, восстанавливающие нитраты. Путь диссимиляционной нитратредукции. Окисляемые субстраты. Денитрификация.

Лабораторные работы.

Практическое занятие. Пути получения энергии, основанные на субстратном фосфорилировании. План проведения занятия.

- 1 Конструктивные (биосинтетические) и энергетические процессы у прокариотов.
- 2 Брожение. Общая характеристика процесса.
- 3 Молочнокислородное и гетероферментативное брожение, пропионовокислородное, мурвинокислородное (брожение смешанных кислот), маслянокислородное, ацетонобутиловое и спиртовое брожение.
- 4 Основные продукты различных брожений. Изменение брожений в зависимости от условий выращивания микроорганизмов.
- 5 Двухфазность брожений, ее причины. Характеристика микроорганизмов, вызывающих различные брожения. Практическое значение этих процессов.

Методические рекомендации: в процессе занятия необходимо сформировать понятия о субстратном фосфорилировании.

Контрольные вопросы.

1. Какие реакции лежат в основе гомо- и гетероферментативного молочнокислородного брожения?
2. Какие продукты образуются в результате гетероферментативного молочнокислородного брожения?
3. Какие бактерии осуществляют молочнокислородное брожение?
4. Какие признаки характеризуют семейство *Lactobacillaceae*?

5. Какие виды молочнокислых кокков и палочек используют при производстве продуктов питания?
6. Какую функцию выполняют молочнокислые бактерии в пищеварительном тракте человека и животных?
7. Чем характеризуется пропионовокислое брожение?
8. Какие промышленно важные биологически активные вещества образуют дрожжи?
9. Какие реакции лежат в основе спиртового брожения?
10. Как дрожжи используются в хозяйственной деятельности человека?
11. Какие продукты могут образовываться в результате маслянокислого брожения? Какие реакции ведут к образованию масляной кислоты?
12. Какие микроорганизмы осуществляют маслянокислое брожение?
13. На основании каких признаков определяется принадлежность бактерий к роду *Clostridium*?
14. Какие свойства маслянокислых клостридий используют при получении накопительной культуры?
15. Чем характеризуется ацетонобутиловое брожение?

Практическое занятие. Пути получения энергии, основанные на окислительном и фотофосфорилировании.

План проведения занятия.

- 1 Фототрофные микроорганизмы. Использование энергии света фототрофными микроорганизмами.
- 2 Бактериальный фотосинтез. Пигменты.
- 3 Устройство фотосинтетического аппарата.
- 4 Оксигенный и аноксигенный фотосинтез. Способы образования АТФ фотоавтотрофами.
- 5 Дыхательные процессы у прокариотов.
- 6 Аэробное дыхание.
- 7 Разнообразие субстратов, окисляемых микроорганизмами. Хемосинтез у прокариот. Общее понятие. Типы хемосинтеза.
- 8 Хемолитотрофные и хемоорганотрофные бактерии. Группы хемолитоавтотрофных микроорганизмов. Основные свойства.
- 9 Соединения серы и железа, окисляемые микроорганизмами.
- 10 Дыхательные процессы у прокариотов. Дыхательная цепь.
- 11 Анаэробное дыхание.

Методические рекомендации: в процессе занятия необходимо сформировать понятия об окислительном и фотофосфорилировании.

Контрольные вопросы.

- 1 Охарактеризуйте фототрофные микроорганизмы.
- 2 Охарактеризуйте бактериальный фотосинтез.
- 3 Как устроен фотосинтетический аппарат у прокариот?
- 4 Опишите способы образования АТФ фотоавтотрофами.
- 5 Охарактеризуйте дыхательные процессы у прокариотов.
- 6 Охарактеризуйте аэробное дыхание у прокариотов.
- 7 Как происходит окисление углеводов?
- 8 Охарактеризуйте цикл трикарбоновых кислот и пентозофосфатный окислительный цикл.
- 9 Охарактеризуйте хемосинтез у прокариот.
- 10 Типы хемосинтеза.

Лабораторная работа. Микроорганизмы, осуществляющие маслянокислое брожение. Бактерии рода *Clostridium*.

Лабораторная работа. Микроорганизмы, осуществляющие брожение. Молочнокислые палочки и кокки.

Лабораторная работа. Фотосинтезирующие прокариоты.

Задания для самостоятельной работы.

Задание 1. Дайте развернутые ответы на следующие вопросы:

1. В чем отличие энергетики фототрофных и хемотрофных организмов?
2. Может ли хемотрофный организм развиваться в поле термодинамической устойчивости субстрата реакции?
3. Какие фототрофные организмы развиваются в поле термодинамической устойчивости субстрата реакции?
4. Возможно ли использование клеткой энергии не связанной с переносом электрона (протона)?
5. Какова зависимость энергетики клетки от концентрации вещества в среде?
6. Как поддерживаются в клетке условия, обеспечивающие ее жизнедеятельность?
7. Возможно ли нарушение целостности мембраны у прокариотного организма?
8. Какие реакции связывают цитозоль цитоплазмы с мембранным аппаратом? С рибосомами?
9. Каково значение запасных веществ для фототрофов? Для хемотрофов?
10. Какое значение имеют комбинаторные процессы в генетике микроорганизмов?

Задание 2. Охарактеризуйте различные типы брожений.

1. Охарактеризуйте по следующей схеме пропионовокислородное брожение
 - исходный субстрат(ы)
 - последовательность биохимических реакций
 - условия протекания процесса, варианты развития процесса при изменении условий
 - суммарный энергетический выход
 - микроорганизмы, вызывающие данный процесс
 - практическое значение этого брожения
2. Охарактеризуйте по следующей схеме гетероферментативное молочнокислое брожение
 - исходный субстрат(ы)
 - последовательность биохимических реакций
 - условия протекания процесса, варианты развития процесса при изменении условий
 - суммарный энергетический выход
 - микроорганизмы, вызывающие данный процесс
 - практическое значение этого брожения
3. Охарактеризуйте по следующей схеме спиртовое брожение
 - исходный субстрат(ы)
 - последовательность биохимических реакций
 - условия протекания процесса, варианты развития процесса при изменении условий
 - суммарный энергетический выход
 - микроорганизмы, вызывающие данный процесс
 - практическое значение этого брожения
4. Охарактеризуйте по следующей схеме маслянокислое брожение
 - исходный субстрат(ы)
 - последовательность биохимических реакций
 - условия протекания процесса, варианты развития процесса при изменении условий
 - суммарный энергетический выход
 - микроорганизмы, вызывающие данный процесс
 - практическое значение этого брожения

Задание 3. Заполняя таблицу "Способы получения энергии микроорганизмами", приведите в ней конкретные примеры.

Тема 5. Биосинтетические процессы. (ОПК-1)

Лекция.

Лекция №11. Пути конструктивного метаболизма у прокариотов Основные мономеры конструктивного метаболизма (органические кислоты, аминокислоты, сахара, азотистые основания и др.). Пути их образования и дальнейшего использования. Ассимиляция углеродсодержащих соединений гетеротрофами и автотрофами. Пути ассимиляции микроорганизмами формальдегида, рибулозомонофосфатный и сериновый циклы.

Их распространение. Использование ацетата и других двухуглеродистых соединений. Значение цикла трикарбоновых кислот и глиоксилатного шунта в конструктивном метаболизме. Усвоение микроорганизмом минеральных соединений азота. Ассимиляционная нитратредукция. Пути образования аминокислот. «Сверхсинтез» аминокислот и других азотсодержащих соединений. Причины и практическое использование. Фиксация молекулярного азота. Свободноживущие и симбиотические азот-фиксаторы. Путь азотфиксации. Практическое значение процесса. Использование соединений серы. Ассимиляционная сульфатредукция. Синтез нуклеиновых кислот, белков, липидов, полисахаридов, порфириновых соединений, других важнейших соединений микробной клетки. Понятие «вторичные метаболиты». Роль микроорганизмов в круговороте азота: азотфиксация, нитрификация, денитрификация, аммонификация. Характеристика микроорганизмов, вызывающих эти процессы. Пути ассимиляции микроорганизмами органических и минеральных соединений азота. Биохимические основы и уровни регуляции метаболизма. Механизмы регуляции синтеза ферментов (индукция, репрессия). Регуляция активности ферментов. Основные механизмы регуляции: аллостерический, изостерический, ковалентная модификация и др.

Лабораторные работы.

Практическое занятие. Метаболизм азота.

План проведения занятия.

1. Азотфиксация
2. Аммонификация
3. Нитрификация
4. Денитрификация
5. Лабораторная работа

Методические рекомендации: в процессе занятия необходимо сформировать понятия о азотфиксации, аммонификации, нитрификации и денитрификации, выработать навыки выделения и культивирования микроорганизмов, участвующих в метаболизме азота.

Контрольные вопросы.

1. Как происходит процесс фиксации азота у бактерий? В чем заключается экологическое и практическое значение фиксации азота?
2. Какие представители относятся к свободноживущим азотфиксаторам?
3. Какими признаками характеризуется род *Azotobacter*?
4. Какие представители относятся к симбиотическим азотфиксаторам?
5. Как происходит образование корневых клубеньков? Что такое бактериоиды?
6. Какое влияние оказывает кислород на процесс фиксации азота?
7. Как получают накопительные культуры азотфиксаторов?
8. Какие функции выполняют капсулы азотобактера? Какими методами можно выявить капсулы при микроскопировании?
9. Что собой представляет процесс аммонификации? Какие микроорганизмы участвуют в этом процессе?
10. Что собой представляет процесс нитрификации? Какие микроорганизмы участвуют в этом процессе?
11. Какую фазу нитрификации осуществляют бактерии рода *Nitrospira*?
12. Какую фазу нитрификации осуществляют бактерии рода *Nitrosococcus*?
13. Как можно получить накопительную культуру нитрифицирующих бактерий? Какие факторы используются для создания селективных условий?
14. Какие качественные реакции позволяют выявить наличие нитратов и нитритов в культуральной жидкости?

15. Что собой представляет процесс денитрификации? Какие микроорганизмы участвуют в этом процессе?

Лабораторная работа. Метаболизм азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Семейства Azotobacteriaceae и Rhizobiaceae.

Лабораторная работа. Метаболизм азота. Хемолитотрофные бактерии. Характеристика представителей семейства Nitrobacteriaceae.

Задания для самостоятельной работы.

Задание. Заполняя таблицу "Типы питания микроорганизмов", приведите в ней конкретные примеры.

Тема 6. Принципы классификации прокариотов (ОПК-1)

Лекция.

Лекция №12. Современная систематика прокариотов. Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Положение среди других организмов. Классификация прокариотов. Номенклатура и диагностика. Значение морфологических, цитологических, культуральных, физиологических и биохимических признаков для систематики бактерий. Хемотаксономия. Серодиагностика. Нумерическая таксономия. Система классификации определителя бактерий Берджи. Молекулярные основы систематики и филогении. Эволюция прокариотов. Гипотезы о происхождении жизни. Свойства первичных организмов. Возникновение прокариотов и эукариотов. Филогенетические связи различных групп микроорганизмов. Их отражение в систематике. Основные направления в биологической эволюции.

Лабораторные работы.

не предусмотрено

Задания для самостоятельной работы.

Задание 1. Ответьте на вопросы.

1. Как распределяются характерные функции по филогенетическому древу? Например, азотфиксация, термофилия, автотрофия, анаэробизм, гидрогенотрофия?
2. Почему цианобактерии составили отдельную ветвь, а не распределились по ветвям как другие фототрофы?

Тема 7. Разнообразие и систематика микроорганизмов. (ОПК-1)

Лекция.

Лекция №14. Разнообразие мира прокариотов. Мир микроорганизмов, общие признаки и разнообразие. Особенности отделов грамотрицательных, грамположительных, микоплазм и архебактерий. Характеристика отделов грамотрицательных, грамположительных, микоплазм и архебактерий. Группы прокариотных организмов. Спирохеты. Аэробные, подвижные спиралевидные или изогнутые грамотрицательные бактерии. Извитые формы бактерий. Сапротрофные и паразитические представители, распространение и экология. Неподвижные грамотрицательные изогнутые бактерии. Грамотрицательные аэробные и микроаэрофильные палочки и кокки. Общая характеристика. Деление на семейства. Семейство Acetobacteriaceae. Семейство Azotobacteriaceae. Семейство Rhizobiaceae. Семейство Halobacteriaceae. Семейство Legionellaceae. Семейство Neisseriaceae. Семейство Methylococcaceae. Семейство Pseudomonadaceae. Факультативно анаэробные грамотрицательные палочки. Грамотрицательные неспорообразующие палочки. Распространение и роль в почвенных и водных экосистемах. Общая характеристика, отдельные представители. Деление на семейства. Семейство Enterobacteriaceae. Семейство Pasteurellaceae. Анаэробные грамотрицательные прямые, изогнутые или спиралевидные палочки. Бактерии, характеризующиеся диссимиляционным восстановлением серы или сульфата. Особенности морфологии и физиологии. Экологическая роль в анаэробных экосистемах. Анаэробные грамотрицательные кокки. Риккетсии и хламидии – облигатные внутриклеточные паразиты. Особенности метаболизма. Фотосинтезирующие бактерии. Фототрофные бактерии, осуществляющие бескислородный фотосинтез. Фототрофные бактерии, осуществляющие кислородный фотосинтез. Аэробные хемолитотрофные бактерии и близкие к ним организмы. Бактерии, образующие слизистую оболочку. Порядок Cytophagales. Порядок Beggiatoales – нитчатые формы бактерий. Характеристика стебельковых, почкующихся и скользящих бактерий. Скользящие бактерии, образующие плодовые тела. Порядок Mucobacteriales. Грамположительные кокки. Особенности морфологии. Деление на подгруппы. Подгруппа аэробов (семейство Micrococcaceae). Подгруппа факультативных анаэробов (семейство Streptococcaceae). Спорообразующие бактерии. Типы спорообразования. Грамположительные палочки и кокки, образующие эндоспоры. Морфология и физиология. Типы спорообразования. Род Clostridium. Род Bacillus. Bacillus subtilis: характеристика, особенности онтогенеза, получение элективной культуры. Грамположительные, не образующие спор палочки правильной формы. Род Lactobacillus. Молочнокислые бактерии. Гомоферментативные и гетероферментативные молочнокислые палочки. Грамположительные, не образующие спор палочки неправильной формы. Общая характеристика группы. Разнообразие представителей. Род Actinomyces. Род Arthrobacter. Плеоморфизм. Род Bifidobacterium. Сапротрофные и патогенные коринебактерии. Род Propionibacterium. Микобактерии. Сапротрофные и патогенные микобактерии. Возбудители туберкулеза и проказы. Актиномицеты и родственные организмы. Общая характеристика, особенности морфологии и размножения. Распространение, экология и практическое значение. Класс Thallobacteria. Микоплазмы. Отдел Tenericutes, класс Mollicutes, порядок Mycoplasmales. Свойства микоплазм, обусловленные отсутствием клеточной стенки. Распространение и места обитания. Распространение и места обитания. Сапротрофные и патогенные микоплазмы. Архебактерии. Отдел Mendosicutes. Общая характеристика. Особенности морфологии и физиологии. Экстремальные археи. Распространение, места обитания и роль в природе. Разнообразие архебактерий. Микроскопические грибы. Морфология и физиология грибной клетки. Способы питания и размножения. Экологические группы грибов и их практическое значение. Особенности систематики дрожжевых грибов.

Лабораторные работы.

Классификация прокариотов.

План проведения занятия.

Современная систематика прокариотов.

Классификация прокариотов. Номенклатура и диагностика.

Значение морфологических, цитологических, культуральных, физиологических и биохимических признаков для систематики бактерий.

Система классификации Определителя бактерий Берджи.

Молекулярные основы систематики и филогении.

Эволюция прокариотов. Гипотезы происхождения жизни и свойствах первичных организмов.

Филогенетические связи различных групп микроорганизмов. Их отражение в систематике. Основные направления в биологической эволюции.

Методические рекомендации: в процессе занятия необходимо сформировать понятия о современной классификации прокариотов, их эволюции.

Контрольные вопросы.

- 1 Охарактеризуйте современную систематику прокариотов.
- 2 Каково значение морфологических, цитологических, культуральных, физиологических и биохимических признаков для систематики бактерий.
- 3 Охарактеризуйте систему классификации Определителя бактерий Берджи.
- 4 Охарактеризуйте молекулярные основы систематики и филогении.
- 5 Как происходила эволюция прокариотов?
- 6 Охарактеризуйте филогенетические связи различных групп микроорганизмов.

Лабораторная работа Отдел Gracilicutes. Спирохеты.

Лабораторная работа Отдел Gracilicutes. Грамотрицательные, аэробные микроаэрофильные палочки и кокки. Семейства Pseudomonadaceae и Acetobacteriaceae.

Лабораторная работа Отдел Firmicutes. Грамположительные кокки.

Лабораторная работа Отдел Firmicutes. Палочкиикокки, образующие эндоспоры. Род Bacillus.

Методы окраски спор.

Лабораторная работа Отдел Firmicutes. Актиномицеты и родственные организмы.

Лабораторная работа Характеристика эукариотных микроорганизмов. Мицелиальные и дрожжевые грибы.

Задания для самостоятельной работы.

Нарисуйте и опишите особенности строения микоплазм и актиномицетов. Укажите, каковы размеры и форма микоплазм, какова толщина (тонкий, толстый) и организация мицелия (одноклеточный, многоклеточный) актиномицетов. Морфология микоплазм и актиномицетов.

Тема 8. Действие факторов внешней среды на микроорганизмы. Экология микроорганизмов. (ОПК-1)

Лекция.

Лекция №15. Действие факторов внешней среды на микроорганизмы. Физические, химические и биологические факторы, их влияние на микроорганизмы. Рост микроорганизмов в зависимости от температуры. Особенности психрофилов, мезофилов, термофилов. Причины психрофилии и термофилии. Термоустойчивость вегетативных клеток различных микроорганизмов, эндоспор бактерий и других покоящихся форм. Влияние гидростатического давления. Осмотическое давление. Особенности осмофилов и галофилов. Излучения и их действие на микроорганизмы. Устойчивость микроорганизмов к ультрафиолетовым лучам и ионизирующим излучениям. Фотореактивация. Рост микроорганизмов в зависимости от влажности. Устойчивость к высушиванию. Лиофилизация. Значение pH среды. Щелочеустойчивые, кислотоустойчивые и ацидофильные микроорганизмы. Отношение микроорганизмов к кислороду. Аэробы, факультативные и облигатные анаэробы, микроаэро-фильные и микроаэротолерантные формы. Возможные причины ингибиторного действия кислорода на строгие анаэробы. Рост различных аэробов в зависимости от содержания кислорода. Действие биологических факторов на микроорганизмы. Формы симбиотических и антагонистических взаимоотношений между микроорганизмами. Типы взаимодействий микроорганизмов с растениями, животными и человеком.

Понятие «питательные и антимикробные вещества». Природа и происхождение (антибиотическое и биотическое) антимикробных веществ. Специфичность и механизм действия. Микробостатический и микробоцидный эффект. Применение антибиотиков и меры безопасности. Взаимоотношения микроорганизмов между собой и с другими организмами. Симбиоз и антибиоз. Формы симбиотических взаимоотношений между организмами. Различные формы антагонизма, фактическое использование антагонизма в медицине и сельском хозяйстве. Микроорганизмы и растения. Ризосферная и эпифитная микрофлора. Симбиотические взаимоотношения между микроорганизмами и растениями (клубеньковые бактерии и бобовые растения, микоризы и др.). Фитопатогенные микроорганизмы. Нормальная микрофлора человека и животных. Симбиотические взаимоотношения микроорганизмов и животных. Паразитизм и патогенные микроорганизмы. Факторы, обуславливающие патогенность и вирулентность. Единицы измерения вирулентности. Условно патогенные микроорганизмы. Образование микроорганизмами токсинов. Понятие об иммунитете. Условно-патогенные микроорганизмы. Возбудители опасных заболеваний.

Лекция №16. Экология микроорганизмов. Биосфера и распространение микроорганизмов. Экологические ниши и экосистемы. Численность и разнообразие микроорганизмов в экосистемах: в почве, водоемах и атмосфере. Микрофлора почв. Основные группы почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в почвообразовательных процессах и плодородии почв. Участие микроорганизмов почвы в биодegradации загрязнений. Микрофлора воды. Значение микроорганизмов в первичной продукции водоема и минерализации органических веществ. Биологические методы очистки сточных вод. Микрофлора воздуха. Роль микроорганизмов в круговороте газов атмосферы. Методы бактериологического и санитарно-микробиологического анализа микрофлоры почвы, воды, воздуха.

Лабораторные работы.

Лабораторная работа. Микрофлора объектов внешней среды. Методы исследования санитарно-микробиологическая оценка микрофлоры почвы.

Лабораторная работа. Микрофлора объектов внешней среды. Методы исследования санитарно-микробиологическая оценка микрофлоры воды и воздуха.

Задания для самостоятельной работы.

Задание 1. Заполните следующие таблицы:

Таблица 1. Отношение микробов к аэрации.

Таблица 2. Отношение микробов к температуре.

Задание 2. Разберитесь, что такое бактериальные удобрения (микробные земледобрильные препараты) и заполните таблицу "Бактериальные удобрения", отвечая на перечисленные в ней вопросы.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

3 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Микробиология. История, разделы, методы.	Практическая и лабораторная работа	15	Студенты в рамках самостоятельной работы прорабатывают указанные темы и выполняют практические и лабораторные работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 5.
2.	Морфология и функциональная структура бактериальной клетки.	Практическая и лабораторная работа	20	Студенты в рамках самостоятельной работы прорабатывают указанные темы и выполняют лабораторные и практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 5.
		Контрольная работа (контрольный срез)	10	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.
3.	Питание и рост микроорганизмов.	Практическая и лабораторная работа	10	Студенты в рамках самостоятельной работы прорабатывают указанные темы и выполняют лабораторные и практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 5.
4.	Энергетические процессы.	Практическая и лабораторная работа	20	Студенты в рамках самостоятельной работы прорабатывают указанные темы и выполняют лабораторные и практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 5.

		Контрольная работа(контрольный срез)	10	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.
5.	Биосинтетические процессы.	Практическая и лабораторная работа	15	Студенты в рамках самостоятельной работы прорабатывают указанные темы и выполняют лабораторные и практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 5.
6.	Итого за семестр		100	

4 семестр

- посещаемость – 5 баллов
- текущий контроль – 45 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 30 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ темы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мак. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Принципы классификации прокариотов	Контрольная работа(контрольный срез)	10	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.

2.	Разнообразие и систематика микроорганизмов.	Практическая и лабораторная работа	35	Студенты в рамках самостоятельной работы прорабатывают указанные темы и выполняют лабораторные и практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 5.
3.	Действие факторов внешней среды на микроорганизмы. Экология микроорганизмов.	Практическая и лабораторная работа	10	Студенты в рамках самостоятельной работы прорабатывают указанные темы и выполняют лабораторные и практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 5.
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	На письменную контрольную работу отводится 90 минут (все занятие). Тема работы связана с предыдущими темами занятий. 8-10 баллов – студент выполнил работу без ошибок и недочетов, допустил не более одного недочета. 6-7 баллов – студент выполнил работу полностью, но допустил в ней не более одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух недочетов. 4-5 балла – студент правильно выполнил не менее половины работы или допустил не более двух грубых ошибок, или не более одной грубой и одной негрубой ошибки и одного недочета, или не более двух-трех негрубых ошибок, или одной негрубой ошибки и трех недочетов, или при отсутствии ошибок, но при наличии четырех-пяти недочетов. 2-3 балла – студент правильно выполнил менее половины работы, допустил несколько недочетов. 1 балл – студент правильно выполнил не более 25% работы, допустил несколько недочетов или более 3 грубых ошибок.
4.	Посещаемость		5	Студент посетил все 100% занятий
5.	Премияльные баллы		20	Дополнительные премиальные баллы могут быть начислены: - за проект, выполненный по заказу работодателя и реализованный на практике – 20 баллов; - постоянная активность во время практических занятий – 10 баллов; - полностью подготовленная к публикации статья по тематике в рамках дисциплины – 10 баллов; - участие с докладом во всероссийской олимпиаде по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - участие в выставке по тематике изучаемой дисциплины – 20 баллов; - публикация статьи по тематике изучаемой дисциплины в сборнике студенческих работ / материалах всероссийской конференции / журнале из перечня ВАК – 10 / 15 / 20.
6.	Ответ на экзамене		30	1-9 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 10-19 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 20-30 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
7.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		90	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
8.	Итого за семестр		100	

Итоговая оценка по экзамену выставляется в 100-балльной шкале и в традиционной четырехбалльной шкале. Перевод 100-балльной рейтинговой оценки по дисциплине в традиционную четырехбалльную осуществляется следующим образом:

100-балльная система	Традиционная система
85 - 100 баллов	Отлично
70 - 84 баллов	Хорошо
50 - 69 баллов	Удовлетворительно
Менее 50	Неудовлетворительно

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Контрольная работа

Тема 2. Морфология и функциональная структура бактериальной клетки.

- 1 Влияние физических и химических факторов на микроорганизмы. Использование этого влияния в промышленности и практической деятельности человека.
- 2 Отношение микроорганизмов к кислороду. Аэробы, факультативные и облигатные анаэробы, микроаэрофильные и микроаэротолерантные формы.
- 3 Формы симбиотических и антагонистических взаимоотношений между микроорганизмами.
- 4 Типы взаимодействий микроорганизмов с растениями, животными и человеком.
- 5 Различные формы антагонизма, использование антагонизма в медицине и сельском хозяйстве.
- 6 Паразитизм и патогенные микроорганизмы. Факторы, обуславливающие патогенность и вирулентность. Единицы измерения вирулентности.
- 7 Микрофлора почв. Основные группы почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в почвообразовательных процессах и плодородии почв.
- 8 Участие микроорганизмов почвы в биodeградации загрязнений. Значение микроорганизмов в первичной продукции водоема и минерализации органических веществ.
- 9 Биологические методы очистки сточных вод.
- 10 Методы бактериологического и санитарно-микробиологического анализа микрофлоры почвы, воды, воздуха.

Практическая и лабораторная работа

Тема 1. Микробиология. История, разделы, методы.

Практическая работа. Организация микробиологической лаборатории и правила работы в ней. Стерилизация. Питательные среды.

Лабораторная работа. Микроскопические методы исследования микроорганизмов.

Лабораторная работа. Правила работы с микроорганизмами. Приготовление прижизненных и постоянных препаратов.

Тема 2. Морфология и функциональная структура бактериальной клетки.

Практическое занятие. Микроскопические методы исследования микроорганизмов. Некоторые особенности строения прокариотной клетки.

Практическое занятие. Морфологические и культуральные признаки бактерий и микромицетов.

Лабораторная работа. Сложные методы окраски микроорганизмов. Окраска по Грамму, окраска спор, капсул.

Лабораторная работа. Морфология бактерий.

Тема 3. Питание и рост микроорганизмов.

Практическое занятие. Типы питания у микроорганизмов. Рост и размножение у микроорганизмов

Лабораторная работа. Биохимические свойства прокариотов.

Тема 4. Энергетические процессы.

Практическое занятие. Пути получения энергии, основанные на субстратном фосфорилировании.
Практическое занятие. Пути получения энергии, основанные на окислительном и фотофосфорилировании.

Лабораторная работа. Микроорганизмы, осуществляющие маслянокислое брожение. Бактерии рода *Clostridium*.

Лабораторная работа. Микроорганизмы, осуществляющие брожение. Молочнокислые палочки и кокки.

Лабораторная работа. Фотосинтезирующие прокариоты.

Тема 5. Биосинтетические процессы.

Практическое занятие. Метаболизм азота.

Лабораторная работа. Метаболизм азота. Свободноживущие и симбиотические азотфиксаторы. Семейства *Azotobacteriaceae* и *Rhizobiaceae*.

Лабораторная работа. Метаболизм азота. Хемолитотрофные бактерии. Характеристика представителей семейства *Nitrobacteriaceae*.

Тема 7. Разнообразие и систематика микроорганизмов.

Практическое занятие. Классификация прокариотов.

Лабораторная работа. Отдел *Gracilicutes*. Спирохеты.

Лабораторная работа. Отдел *Gracilicutes*. Грамотрицательные, аэробные микроаэрофильные палочки и кокки. Семейства *Pseudomonadaceae* и *Acetobacteriaceae*.

Лабораторная работа. Отдел *Firmicutes*. Грамположительные кокки.

Лабораторная работа. Отдел *Firmicutes*. Палочкиикокки, образующие эндоспоры. Род *Bacillus*. Методы окраски спор.

Лабораторная работа. Отдел *Firmicutes*. Актиномицеты и родственные организмы.

Лабораторная работа. Характеристика эукариотных микроорганизмов. Мицелиальные и дрожжевые грибы.

Тема 8. Действие факторов внешней среды на микроорганизмы. Экология микроорганизмов.

Лабораторная работа. Микрофлора объектов внешней среды. Методы исследования санитарно-микробиологическая оценка микрофлоры почвы.

Лабораторная работа. Микрофлора объектов внешней среды. Методы исследования санитарно-микробиологическая оценка микрофлоры воды и воздуха.

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета, экзамена

Типовые вопросы зачета (ОПК-1)

- 1 Предмет и задачи микробиологии, ее место и роль в современной биологии. Значение микробиологии в народном хозяйстве и медицине.
- 2 Этапы развития микробиологии. Роль отечественных ученых в развитии науки о микроорганизмах.
- 3 Основные направления развития современной микробиологии. Новые направления в микробиологии и перспективы развития.
- 4 Микроскопические методы исследования микроорганизмов и их применение.

- 5 Прокариоты – основной объект изучения современной микробиологии. Характеристика прокариотных организмов. Две ветви прокариот: археи и эубактерии.
- 6 Размеры микроорганизмов. Морфология микроорганизмов.
- 7 Покоящиеся формы. Эндоспоры. Их строение, физиологическое предназначение. Этапы формирования эндоспоры.
- 8 Строение прокариотной клетки.
- 9 Состав и строение клеточных стенок у прокариот. Клеточные стенки грамположительных и грамотрицательных бактерий.
- 10 Сферопласты, протопласты и L-формы бактерий.
- 11 Подвижность у бактерий. Жгутики, аксиальные фибриллы. Механизм движения у бактерий.
- 12 Состав и особенности организации генетического аппарата бактерий. Внехромосомные элементы наследственности прокариотов.
- 13 Мембранные структуры клетки.
- 14 Цитоплазма и клеточные включения прокариотной клетки.
- 15 Классификация микроорганизмов, номенклатура и диагностика.
- 16 Значение морфологических, цитологических, культуральных, физиологических и биохимических признаков для систематики бактерий.
- 17 Характеристика отделов грамотрицательных, грамположительных, микоплазм и архебактерий.
- 18 Извитые формы бактерий. Сапротрофные и паразитические представители, распространение и экология.
- 19 Грамотрицательные неспорообразующие палочки. Распространение и роль в почвенных и водных экосистемах.
- 20 Облигатные внутриклеточные паразиты. Особенности метаболизма.
- 21 Характеристика хемолитоавтотрофных бактерий.
- 22 Характеристика стебельковых, почкующихся и скользящих бактерий.
- 23 Молочнокислые бактерии. Гомоферментативные и гетероферментативные молочнокислые палочки
- 24 Спорообразующие бактерии. Типы спорообразования.
- 25 Актиномицеты и родственные организмы. Общая характеристика, особенности морфологии и размножения. Распространение, экология и практическое значение.
- 26 Микоплазмы. Свойства, обусловленные отсутствием клеточной стенки. Распространение и места обитания.
- 27 Архебактерии. Особенности морфологии и физиологии. Экстремальные археи. Распространение, места обитания и роль в природе.
- 28 Микроскопические грибы. Морфология и физиология грибной клетки. Способы питания и размножения.
- 29 Экологические группы грибов и их практическое значение. Особенности систематики дрожжевых грибов.
- 30 Природа вирусов и гипотезы их происхождения. Строение и химический состав вирусов.

Типовые задания для зачета (ОПК-1)

не предусмотрено

Типовые вопросы экзамена (ОПК-1)

- 1 Этапы взаимодействия вируса с клеткой. Особенности взаимодействия зоопатогенных, фитопатогенных вирусов и бактериофагов с клеткой-хозяином.
- 2 Вироиды и прионы. Заболевания, вызываемые прион-протеинами.
- 3 Абортивная, продуктивная и интегративная формы взаимодействия. Характеристика семейств ДНК- и РНК-содержащих вирусов.
- 4 Вирус иммунодефицита человека.

- 5 Способы существования микроорганизмов. Автотрофы и гетеротрофы. Потребность микроорганизмов различных элементах и факторах роста.
- 6 Группы микроорганизмов, участвующих в круговороте углерода. Окисление мономерных и полимерных углеродсодержащих соединений. Фиксация углекислоты микроорганизмами.
- 7 Круговорот серы в природе. Микроорганизмы, участвующие в этом процессе.
- 8 Способы размножения прокариотных и эукариотных микроорганизмов.
- 9 Закономерности роста популяции микроорганизмов. Кривая роста. Причины лимитации роста и отмирания. Периодические культуры и гомогенно-непрерывное культивирование.
- 10 Чистые и накопительные культуры микроорганизмов. Принцип селективности культуры.
- 11 Методы приготовления и стерилизации питательных сред. Основные типы сред, используемых для культивирования автотрофов и гетеротрофов.
- 12 Культивирование аэробных, анаэробных и фотосинтезирующих микроорганизмов.
- 13 Конструктивные и энергетические процессы у прокариотов.
- 14 Способы получения микроорганизмами энергии. Роль АТФ и способы ее образования.
- 15 Брожение. Общая характеристика.
- 16 Гомоферментативное молочнокислое брожение: химизм, возбудители, условия протекания, народохозяйственное значение.
- 17 Гетероферментативное молочнокислое брожение: химизм, возбудители, условия протекания, народохозяйственное значение. Пропионовокислое брожение.
- 18 Спиртовое брожение: химизм, возбудители, условия протекания, народохозяйственное значение.
- 19 Маслянокислое брожение: химизм, возбудители, условия протекания, народохозяйственное значение. Ацетобутиловое брожение.
- 20 Бактериальный фотосинтез. Фототрофные микроорганизмы. Кислородный и анакислородный фотосинтез. Способы образования АТФ фотоавтотрофами.
- 21 Хемосинтез у прокариот. Общее понятие. Типы хемосинтеза. Хемолитотрофные и хемоорганотрофные бактерии.
- 22 Дыхательные процессы у прокариотов. Цикл трикарбоновых кислот. Неполное окисление.
- 23 Дыхательные процессы у прокариотов. Дыхательная цепь. Анаэробное дыхание.
- 24 Ассимиляция углеродсодержащих соединений гетеротрофами и автотрофами.
- 25 Роль микроорганизмов в круговороте азота: азотфиксация, нитрификация, денитрификация, аммонификация. Характеристика микроорганизмов, вызывающих эти процессы.
- 26 Пути ассимиляции микроорганизмами органических и минеральных соединений азота. Свободная азотфиксация: химизм, представители, условия эффективности процесса. Характеристика одного из представителей.
- 27 Пути ассимиляции микроорганизмами органических и минеральных соединений азота. Симбиотическая азотфиксация: химизм, представители, условия эффективности процесса.
- 28 Пути ассимиляции микроорганизмами органических и минеральных соединений азота. Нитрификация. Химизм, представители.
- 29 Аммонификация. Химизм, представители.
- 30 Денитрификация. Химизм, представители.
- 31 Основные пути биосинтеза аминокислот у автотрофных и гетеротрофных микроорганизмов.
- 32 Влияние физических и химических факторов на микроорганизмы. Использование этого влияния в промышленности и практической деятельности человека.
- 33 Действие физических факторов на микроорганизмы.
- 34 Действие химических факторов на микроорганизмы. Отношение микроорганизмов к кислороду. Аэробы, факультативные и облигатные анаэробы, микроаэрофильные и микроаэротолерантные формы.
- 35 Действие биологических факторов на микроорганизмы. Формы симбиотических и антагонистических взаимоотношений между микроорганизмами. Типы взаимодействий микроорганизмов с растениями, животными и человеком.

- 36 Паразитизм и патогенные микроорганизмы. Факторы, обуславливающие патогенность и вирулентность. Единицы измерения вирулентности. Условно патогенные микроорганизмы.
- 37 Микрофлора почв. Основные группы почвенных микроорганизмов. Роль микроорганизмов в почвообразовательных процессах и плодородии почв. Участие микроорганизмов почвы в биодegradации загрязнений.
- 38 Микрофлора воды. Значение микроорганизмов в первичной продукции водоема и минерализации органических веществ. Биологические методы очистки сточных вод.
- 39 Микрофлора воздуха.
- 40 Методы бактериологического и санитарно-микробиологического анализа микрофлоры почвы, воды, воздуха.
- 41 Стерилизация.
- 42 *Bacillus subtilis*: характеристика, особенности онтогенеза, получение элективной культуры.
- 43 Полная характеристика микроорганизма.
- 44 Возбудители опасных заболеваний.
- 45 Эволюция прокариотов. Современная систематика прокариотов.

Типовые задания для экзамена (ОПК-1)

1. Приготовьте фиксированный препарат определенного микроорганизма. Проведите окрашивание по Граму.
2. Приготовьте препарат *Bacillus subtilis*, проведите окрашивание эндоспор.
3. Продемонстрируйте эксперимент постановки элективной культуры определенного микроорганизма.
4. Определите предложенный микроорганизм, используя биохимические методы диагностики.
5. Определите количество микроорганизмов в 1 мл водопроводной воды (опишите методику проведения эксперимента).

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Зачет

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ОПК-1	Знает теоретические основы микробиологии и использует их для изучения жизни и свойств живых объектов, их идентификации и культивирования. В совершенстве умеет применять методы наблюдения, классификации, культивирования, воспроизводства микробиологических объектов в природных и лабораторных условиях и использует полученные знания для анализа взаимодействий организмов различных видов друг с другом и со средой обитания. Понимает роль биологического разнообразия как ведущего фактора устойчивости живых систем и биосферы в целом.
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ОПК-1	Имеет слабый уровень знаний теоретических основ микробиологии. Не может привести примеры из реальной практики микробиологических исследований. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.

Экзамен

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
--------	-------------	--

«отлично» (85 - 100 баллов)	ОПК-1	Знает теоретические основы микробиологии и использует их для изучения жизни и свойств живых объектов, их идентификации и культивирования. В совершенстве умеет применять методы наблюдения, классификации, культивирования, воспроизводства микробиологических объектов в природных и лабораторных условиях и использует полученные знания для анализа взаимодействий организмов различных видов друг с другом и со средой обитания. Понимает роль биологического разнообразия как ведущего фактора устойчивости живых систем и биосферы в целом.
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ОПК-1	Знает теоретические основы микробиологии и использует их для изучения жизни и свойств живых объектов, их идентификации и культивирования. Понимает роль биологического разнообразия как ведущего фактора устойчивости живых систем и биосферы в целом.
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ОПК-1	Знает теоретические основы микробиологии и использует их для изучения жизни и свойств живых объектов, их идентификации и культивирования.
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ОПК-1	Имеет слабый уровень знаний теоретических основ микробиологии. Не может привести примеры из реальной практики микробиологических исследований. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.

5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

5.1 Методические указания по организации самостоятельной работы обучающихся:

Приступая к изучению дисциплины, в первую очередь обучающимся необходимо ознакомиться содержанием рабочей программы дисциплины (РПД), которая определяет содержание, объем, а также порядок изучения и преподавания учебной дисциплины, ее раздела, части.

Для самостоятельной работы важное значение имеют разделы «Объем и содержание дисциплины», «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» и «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы».

В разделе «Объем и содержание дисциплины» указываются все разделы и темы изучаемой дисциплины, а также виды занятий и планируемый объем в академических часах.

В разделе «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» указана рекомендуемая основная и дополнительная литература.

В разделе «Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы» содержится перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем, необходимых для освоения дисциплины.

5.2 Рекомендации обучающимся по работе с теоретическими материалами по дисциплине

При изучении и проработке теоретического материала необходимо:

- просмотреть еще раз презентацию лекции в системе MOODLe, повторить законспектированный на лекционном занятии материал и дополнить его с учетом рекомендованной дополнительной литературы;
- при самостоятельном изучении теоретической темы сделать конспект, используя рекомендованные в РПД источники, профессиональные базы данных и информационные справочные системы;
- ответить на вопросы для самостоятельной работы, по теме представленные в пункте 3.2 РПД.
- при подготовке к текущему контролю использовать материалы фонда оценочных средств (ФОС).

5.3 Рекомендации по работе с научной и учебной литературой

Работа с основной и дополнительной литературой является главной формой самостоятельной работы и необходима при подготовке к устному опросу на семинарских занятиях, к дебатам, тестированию, экзамену. Она включает проработку лекционного материала и рекомендованных источников и литературы по тематике лекций.

Конспект лекции должен содержать реферативную запись основных вопросов лекции, в том числе с опорой на размещенные в системе MOODLe презентации, основных источников и литературы по темам, выводы по каждому вопросу. Конспект может быть выполнен в рамках распечатки выдачи презентаций лекций или в отдельной тетради по предмету. Он должен быть аккуратным, хорошо читаемым, не содержать не относящуюся к теме информацию или рисунки.

Конспекты научной литературы при самостоятельной подготовке к занятиям должны содержать ответы на каждый поставленный в теме вопрос, иметь ссылку на источник информации с обязательным указанием автора, названия и года издания используемой научной литературы. Конспект может быть опорным (содержать лишь основные ключевые позиции), но при этом позволяющим дать полный ответ по вопросу, может быть подробным. Объем конспекта определяется самим студентом.

В процессе работы с основной и дополнительной литературой студент может:

- делать записи по ходу чтения в виде простого или развернутого плана (создавать перечень основных вопросов, рассмотренных в источнике);
- составлять тезисы (цитирование наиболее важных мест статьи или монографии, короткое изложение основных мыслей автора);
- готовить аннотации (краткое обобщение основных вопросов работы);
- создавать конспекты (развернутые тезисы).

5.4. Рекомендации по подготовке к отдельным заданиям текущего контроля

Собеседование предполагает организацию беседы преподавателя со студентами по вопросам практического занятия с целью более обстоятельного выявления их знаний по определенному разделу, теме, проблеме и т.п. Все члены группы могут участвовать в обсуждении, добавлять информацию, дискутировать, задавать вопросы и т.д.

Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:

- правильность ответа по содержанию;
- полнота и глубина ответа;
- сознательность ответа;
- логика изложения материала;
- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;
- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;
- использование дополнительного материала;
- рациональность использования времени, отведенного на задание.

Устный опрос может сопровождаться презентацией, которая подготавливается по одному из вопросов практического занятия. При выступлении с презентацией необходимо обращать внимание на такие моменты как:

- содержание презентации: актуальность темы, полнота ее раскрытия, смысловое содержание, соответствие заявленной темы содержанию, соответствие методическим требованиям (цели, ссылки на ресурсы, соответствие содержания и литературы), практическая направленность, соответствие содержания заявленной форме, адекватность использования технических средств учебным задачам, последовательность и логичность презентуемого материала;
- оформление презентации: объем (оптимальное количество), дизайн (читаемость, наличие и соответствие графики и анимации, звуковое оформление, структурирование информации, соответствие заявленным требованиям), оригинальность оформления, эстетика, использование возможности программной среды, соответствие стандартам оформления;
- личностные качества: ораторские способности, соблюдение регламента, эмоциональность, умение ответить на вопросы, систематизированные, глубокие и полные знания по всем разделам программы;

- содержание выступления: логичность изложения материала, раскрытие темы, доступность изложения, эффективность применения средств ИКТ, способы и условия достижения результативности и эффективности для выполнения задач своей профессиональной или учебной деятельности, доказательность принимаемых решений, умение аргументировать свои заключения, выводы.

6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература:

1. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 315 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450147>
2. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 332 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451769>

6.2 Дополнительная литература:

1. Гусев М.В., Минеева Л.А. Микробиология : Учеб. для студ. вузов. - 5-е изд., стереотип.. - М.: Академия, 2004. - 462 с.
2. Воробьев А.А. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология : учебник для студентов мед. вузов. - 2-е изд., испр. и доп.. - М.: МИА, 2012. - 704 с.

6.3 Иные источники:

1. Микробиолог.ру - <http://micro-biolog.ru>
2. The American Society for Microbiolog - <http://asm.org>
3. Русский медицинский сервер - <http://www.rusmedserv.com>
4. Классическая и молекулярная биология - <http://molbiol.ru/>
5. Медунивер - <http://meduniver.com>
6. The Microbiology Society - <http://www.microbiologyonline.org.uk>

7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Для проведения занятий по дисциплине необходимо следующее материально-техническое обеспечение: учебные аудитории для проведения занятий лекционного и семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, помещения для самостоятельной работы.

Учебные аудитории и помещения для самостоятельной работы укомплектованы специализированной мебелью и техническими средствами обучения, служащими для представления учебной информации большой аудитории.

Помещения для самостоятельной работы укомплектованы компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Университета.

Для проведения занятий лекционного типа используются наборы демонстрационного оборудования, обеспечивающие тематические иллюстрации (проектор, ноутбук, экран/ интерактивная доска).

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

7-Zip 9.20

Adobe Reader XI (11.0.08) - Russian Adobe Systems Incorporated 10.11.2014 187,00 MB 11.0.08

Операционная система Microsoft Windows 10

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Архив научных журналов зарубежных издательств. – URL: <https://arch.neicon.ru>
3. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
4. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
5. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
6. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
7. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
8. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
9. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
10. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
11. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
12. Юрайт: образовательная платформа, электронно-библиотечная система. – URL: <https://urait.ru>

Электронная информационно-образовательная среда

https://auth.tsutmb.ru/authorize?response_type=code&client_id=moodle&state=xyz

Взаимодействие преподавателя и студента в процессе обучения осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.