

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»
Институт новых технологий и искусственного интеллекта
Кафедра биологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:
И.о. директора института



Н. Л. Королева
«16» сентября 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

по дисциплине Б1.В.ДВ.03.1 Метагеномика микроорганизмов

Направление подготовки/специальность: 06.04.01 - Биология

Профиль/направленность/специализация: Фундаментальная и прикладная
микробиология

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2024

Автор программы:

Кандидат биологических наук, Гончаров Александр Геннадьевич

Дисциплина реализуется с использованием сетевой формы.

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.04.01 - Биология (уровень магистратуры) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «11» августа 2020 г. № 934).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биологии и биотехнологии «13» сентября 2024 г. Протокол № 2

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института новых технологий и искусственного интеллекта, Протокол от «16» сентября 2024 г. № 1.

СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистратуры.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	7
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	11
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	13
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	14

1. Цели и задачи дисциплины

1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-1 Способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры

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
	ПК-1 Способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры	Использует знания в области метагеномики микроорганизмов и применяет их в научно-производственной сфере

1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ПК-1 Способность творчески использовать в научной и производственно-технологической деятельности знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин (модулей), определяющих направленность (профиль) программы магистратуры

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения				
		Очная (семестр)		Очно-заочная (семестр)		
		1	2	1	2	3
1	Биология отдельных групп микроорганизмов	+		+		
2	Микология	+		+		
3	Микроорганизмы в симбиотических ассоциациях		+		+	

4	Практика по направлению профессиональной деятельности		+			+
---	---	--	---	--	--	---

2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Метагеномика микроорганизмов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 06.04.01 - Биология.

Дисциплина «Метагеномика микроорганизмов» изучается в 2 семестре.

3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очная: 2 з.е.

Очно-заочная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)	Очно-заочная (всего часов)
Общая трудоёмкость дисциплины	72	72
Контактная работа	16	16
Лекции (Лекции)	8	8
Практические (Практ. раб.)	8	8
Самостоятельная работа (СР)	56	56
Зачет	-	-

3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.						Формы текущего контроля
		Лекции		Практ. раб.		СР		
		О	О-3	О	О-3	О	О-3	
2 семестр								
1	Место метагеномики в системе современного научного знания.	2	2	2	2	14	14	Выполнение лабораторных работ
2	Методы метагеномного анализа.	2	2	2	2	14	14	Выполнение лабораторных работ
3	Методы биоинформационн ого анализа метагеномных данных.	2	2	2	2	14	14	Выполнение лабораторных работ; Контрольная работа
4	Фундаментальные аспекты метагеномики.	2	2	2	2	14	14	Выполнение лабораторных работ; Контрольная работа

Тема 1. Место метагеномики в системе современного научного знания. (ПК-1)

Лекция.

Объекты метагеномного анализа. «Омики»: метагеномика, метатранскриптомика, метаметабономика. История и перспективы развития метагеномики.

Практическое занятие.

Лабораторная работа №1. Инструктаж по технике безопасности при работе в молекулярно-генетической лаборатории. Знакомство с основными приборами молекулярно-генетических исследований: системы проведения ПЦР (полимеразно-цепной реакции), электрофореза в агарозных гелях, системами гель-документации, секвенатором GS Junior.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; конспектирование материалов, работа со справочной литературой; подготовка к опросу, тестированию, контрольной работе.

Тема 2. Методы метагеномного анализа. (ПК-1)

Лекция.

Методы выделения и хранения ДНК, особенности выделения ДНК из почвы. Методы T-RFLP, DGGE, ДНК-микрочипов, получения библиотек клонированных фрагментов генов и геномов. Достоинства и недостатки методов метагеномного анализа природной ДНК.

Практическое занятие.

Лабораторная работа №2. Отбор образцов почвы. Выделение ДНК из почвы с использованием внутрилабораторного протокола и с использованием коммерческого набора реактивов фирмы MOBIO. Обучение работе на гомогенизаторе. Приготовление агарозного геля и проведение гель-электрофореза почвенной ДНК. Измерение концентрации ДНК.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; конспектирование материалов, работа со справочной литературой; подготовка к опросу, тестированию, контрольной работе.

Тема 3. Методы биоинформационного анализа метагеномных данных. (ПК-1)

Лекция.

Исследование функциональной структуры микробных сообществ. Современные метагеномные проекты. Особенности сборки и анализа полноразмерных геномов при использовании метагеномных данных. Технология single cell sequencing и перспективы ее использования в функциональной метагеномике.

Практическое занятие.

Лабораторная работа №3. Постановка полимеразной цепной реакции (ПЦР) на материале выделенной ДНК. Количественная ПЦР. Визуализация продуктов амплификации на агарозных гелях с использованием современных систем гель-документирования, измерение концентрации ПЦР-продукта.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; конспектирование материалов, работа со справочной литературой; подготовка к опросу, тестированию, контрольной работе.

Тема 4. Фундаментальные аспекты метагеномики. (ПК-1)

Лекция.

Использование методов метагеномного анализа для исследования эволюционных процессов в микробных сообществах. Трансформация представлений о виде у прокариот в геномике и метагеномике.

Практическое занятие.

Лабораторная работа №4. Биоинформационные методы анализа метагеномных данных. Знакомство с основными базами данных для анализа нуклеотидных последовательностей (NCBI, RDP, Silva, Greengenes). Обработка данных пиросеквенирования с использованием программного пакета QIIME: первичная обработка данных пиросеквенирования, OTU-пикинг.

Задания для самостоятельной работы.

Проработка конспектов лекций и вопросов, вынесенных на самостоятельное изучение основной и дополнительной литературы; конспектирование материалов, работа со справочной литературой; подготовка к опросу, тестированию, контрольной работе.

4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства

4.1. Распределение баллов:

2 семестр

- текущий контроль – 80 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов

Распределение баллов по заданиям:

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Место метагеномики в системе современного научного знания.	Выполнение лабораторных работ	20	Выполнение лабораторных работ оценивается в интервале от 1 до 20 баллов в зависимости от качества и полноты содержания.
2.	Методы метагеномного анализа.	Выполнение лабораторных работ	20	Выполнение лабораторных работ оценивается в интервале от 1 до 20 баллов в зависимости от качества и полноты содержания.
3.	Методы биоинформационного анализа метагеномных данных.	Выполнение лабораторных работ	20	Выполнение лабораторных работ оценивается в интервале от 1 до 20 баллов в зависимости от качества и полноты содержания.
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	Тест состоит из 15 вопросов. 5 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 3 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте. Менее 25% правильных ответов баллов не дает.
4.	Фундаментальные аспекты метагеномики.	Выполнение лабораторных работ	20	Выполнение лабораторных работ оценивается в интервале от 1 до 20 баллов в зависимости от качества и полноты содержания.
		Контрольная работа(контрольный срез)	10	Тест состоит из 15 вопросов. 5 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 3 балла – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте. Менее 25% правильных ответов баллов не дает.
5.	Премиальные баллы		20	Подготовка и защита презентации, выступление с докладом, рефератом.

6.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы	100	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
7.	Итого за семестр	100	

Итоговая оценка по зачету 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
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

Выполнение лабораторных работ

Тема 1. Место метагеномики в системе современного научного знания.

Лабораторная работа №1. Инструктаж по технике безопасности при работе в молекулярно-генетической лаборатории. Знакомство с основными приборами молекулярно-генетических исследований: системы проведения ПЦР (полимеразно-цепной реакции), электрофореза в агарозных гелях, системами гель-документации, секвенатором GS Junior.

Тема 2. Методы метагеномного анализа.

Лабораторная работа №2. Отбор образцов почвы. Выделение ДНК из почвы с использованием внутрилабораторного протокола и с использованием коммерческого набора реактивов фирмы МОБИО. Обучение работе на гомогенизаторе. Приготовление агарозного геля и проведение гель-электрофореза почвенной ДНК. Измерение концентрации ДНК.

Тема 3. Методы биоинформационного анализа метагеномных данных.

Лабораторная работа №3. Постановка полимеразной цепной реакции (ПЦР) на материале выделенной ДНК. Количественная ПЦР. Визуализация продуктов амплификации на агарозных гелях с использованием современных систем гель-документирования, измерение концентрации ПЦР-продукта.

Тема 4. Фундаментальные аспекты метагеномики.

Лабораторная работа №4. Биоинформационные методы анализа метагеномных данных. Знакомство с основными базами данных для анализа нуклеотидных последовательностей (NCBI, RDP, Silva, Greengenes). Обработка данных пиросеквенирования с использованием программного пакета QIIME: первичная обработка данных пиросеквенирования, OTU-пикинг.

Контрольная работа

Тема 3. Методы биоинформационного анализа метагеномных данных.

Пример тестовых вопросов.

Что такое оперон?

а. группа совместно транскрибируемых генов

б. некодирующая часть генома

с. группа совместно транскрибируемых и регулируемых генов

d.регуляторный участок

e.ген кодирующий белок

Что такое регулон?

a.набор генов, экспрессия которых регулируется одним и тем же белком-регулятором.

b.ген, экспрессия которого регулируется одним и тем же белком-регулятором.

c.набор генов, экспрессия которых регулируется одним и тем же белком-репрессором.

d.набор генов, экспрессия которых регулируется разными белками-регуляторами.

e.набор генов, экспрессия которых не регулируется одним и тем же белком-регулятором.

Какой процент в геноме прокариот составляют одинокие рамки считывания (ОРС)?

a.50%

b.1%

c.5%

d.не известно

e.10-15%

Как называется процесс переноса генов от одной бактерии к другой с помощью бактериофагов?

a.транскрипция

b.трансдукция

c.репликация

d.конъюгация

e.трансформация

Что из перечисленного входит в состав понятия "мобилом прокариот"?

a.плазмиды

b.транспозоны

c.гены "домашнего хозяйства"

d.опероны

e.ничего из перечисленного

В каком году был секвенирован первый геном бактерии?

a.1991

b.1995

c.1990

d.1996

e.2000

Горизонтальный перенос генов - это...

a.перенос генов между неродственными организмами путем вертикальной передачи реплицированной хромосомы в процессе деления клетки

b.сохранение генов между неродственными организмами посредством вертикальной передачи реплицированной хромосомы в процессе деления клетки

c.перенос генов между неродственными организмами иным путем, нежели посредством горизонтальной передачи реплицированной хромосомы в процессе деления клетки

d.перенос генов между неродственными организмами иным путем, нежели посредством вертикальной передачи реплицированной хромосомы в процессе деления клетки

e.перенос генов между родственными организмами иным путем, нежели посредством вертикальной передачи реплицированной хромосомы в процессе деления клетки

Как правило очень маленькие (менее 1 Мб) геномы бактерий и архей принадлежат...

a.бактериям-паразитам

b.цианобактериям

c.внутриклеточным симбионтам эукариот

d.аэробным бактериям

e.хемосинтезирующим бактериям

Что из нижеперечисленного является "системами защиты" прокариотной клетки?

a.рестрикции-модификации

b.плазмиды

c.мобиоломы

d.опероны

e.CRISPR

Какие процессы перечисленные ниже помогают прокариотам поддерживать высокий уровень генетического разнообразия?

a.комбинативная изменчивость

b.горизонтальный перенос генов

c.мутации

d.конъюгация

e.модификационная изменчивость

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

Типовые вопросы зачета (ПК-1)

1 Строение бактериальной хромосомы.

2 Мутационная изменчивость бактерий.

3 Поток наследственной информации у прокариот.

4 Транскрипция у прокариот.

5 Трансляция у прокариот.

6 Плазмиды.

7 Репарация ДНК.

8 Уровни регуляции экспрессии генов.

9 Индуцибельные и репрессибельные гены.

10 Аттenuация, РНК-переключатели, энхансеры.

11 Катаболическая репрессия, «ощущение кворума».

12 Лактозный оперон.

13 Рекомбинация у прокариот

14 Горизонтальный перенос генов: конъюгация бактерий

15 FxH-конъюгация и Hfr-конъюгация.

16 Горизонтальный перенос генов: трансформация.

17 Горизонтальный перенос генов: трансдукция.

18 Перенос генов устойчивости к антибиотикам.

19 Патогенность микроорганизмов. Бактериальные и вирусные инфекции

20 Острова патогенности.

- 21 Устойчивость к антибиотикам.
- 22 Типы вирусных геномов.
- 23 Вирусы Эукариот.
- 24 Вирусы Эубактерий.
- 25 Лизирующие вирусы и умеренные вирусы.
- 26 Вирусы Архебактерий.
- 27 Вироиды и вирусоиды и прионы.
- 28 Сравнение механизмов контроля Архебактерий, Эубактерий и Эукариот.
- 29 Таксономия микроорганизмов и дерево жизни.
- 30 Особенности строения, метаболизма и генетики Архебактерий.

Типовые задания для зачета (ПК-1)

Не предусмотрено

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-1	Обладает знаниями в области метагеномики микроорганизмов Способен использовать полученные знания в научно-производственной сфере
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-1	Не обладает знаниями в области метагеномики микроорганизмов. Не способен использовать полученные знания в научно-производственной сфере

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. Сбойчаков В.Б., Карапац М.М. Микробиология, вирусология и иммунология: руководство к лабораторным занятиям : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 320 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435755.html>
2. Сбойчаков В.Б., Карапац М.М. Микробиология, вирусология и иммунология: руководство к лабораторным занятиям : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 320 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970430668.html>
3. Зверев В.В., Бойченко М.Н. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. Том 1. : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 448 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436417.html>
4. Зверев В.В., Бойченко М.Н. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология. Том 2. : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 480 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970429150.html>

6.2 Дополнительная литература:

1. Куранова Н. Г. Микробиология : учебное пособие, 2. Метаболизм прокариот. - Москва: Прометей, 2017. - 100 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=483200>
2. Зверев В.В., Бойченко М.Н. Микробиология, вирусология: руководство к практическим занятиям : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2017. - 360 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970440063.html>
3. Алешина Е. С., Дроздова Е. А., Романенко Н. А. Культивирование микроорганизмов как основа биотехнологического процесса : учебное пособие. - Оренбург: Университет, 2017. - 192 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=481743>
4. 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>
5. 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. Ксенофонтов Б.С. Основы микробиологии и экологической биотехнологии : учебное пособие. - Москва: ИД "ФОРУМ", ИНФРА-М, 2018. - 220 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. Молбио.ру - <http://molbiol.ru/>
5. Микробиология - <http://microbiology.ucoz.org>
6. Медунивер - <http://meduniver.com>

7. 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:

Операционная система Microsoft Windows 10

7-Zip 9.20

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

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 1500-2499 Node 1 year Educational Renewal Licence

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
3. Springer Open (ресурсы Springer открытого доступа): база данных. – URL: <https://www.springeropen.com>
4. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
5. Архив научных журналов зарубежных издательств. – URL: <https://arch.neicon.ru>
6. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
7. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
8. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
9. Платформа Nature . – URL: <https://www.nature.com/siteindex>
10. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prlib.ru>
11. Российская государственная библиотека: официальный сайт. – URL: <https://www.rsl.ru>
12. Российская национальная библиотека: официальный сайт. – URL: <http://nlr.ru>
13. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
14. Федеральный портал «Российское образование». – URL: <https://www.edu.ru>
15. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
16. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
17. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyj-katalog/>
18. 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.