

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.О.7 Современные проблемы биотехнологии

Направление подготовки/специальность: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль/направленность/специализация: Промышленная биотехнология

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2024

**Автор программы:**

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Скрипникова Елена Владимировна

Рабочая программа составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология (уровень магистратуры) (приказ Министерства науки и высшего образования РФ от «10» августа 2021 г. № 737).

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.....	12
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	19
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	21
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	22

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-6 Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений

### 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 сферах: 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований), 13 Сельское хозяйство и охрана здоровья животных и человека (в сферах: биологической защиты животных, растений, пород животных, сортов растений, созданных с использованием методов биотехнологии, технологии генетической и молекулярной индикации и идентификации животных и растений, трансгенных и клонированных животных; ветеринарной иммунобиотехнологии и фармацевтики, в том числе в части разработки, исследований и производства лекарственных средств, вакцин нового поколения, поликлональных и моноклональных антител, бактериофагов, антибиотиков, гормонов, ферментов, в том числе разработки диагностикумов, развития банков штаммов микроорганизмов, биологических образцов, инфраструктурного обеспечения исследований на биологических моделях и целевых животных, биотехнологии почв и биоудобрений, кормового белка и премиксов для животноводства, пчеловодства, рыбоводства, переработки сельскохозяйственных отходов, биологических компонентов кормов и премиксов, глубокой переработки зерновых и других сельскохозяйственных культур), 14 Лесное хозяйство, охота (в сферах: применения биотехнологий для управления лесонасаждениями; применения биотехнологий для сохранения и воспроизводства лесных генетических ресурсов; создания биотехнологических форм деревьев с заданными признаками; создания биологических средств защиты леса; развития принципов биорефайнинга на основе производства целлюлозы; производства биотоплива на основе древесного сырья), 26 Химическое, химико-технологическое производство (в сферах: безопасного для окружающей среды производства химических продуктов ("зеленая" химия); производства продуктов ферментативных реакций, микробиологического синтеза и биотрансформаций; производства электрической энергии и тепла из биомассы, поглощения (утилизации) эмиссии парниковых газов, образуемых в энергетических производственных циклах; переработки и обезвреживания промышленных и коммунальных стоков; предотвращения и ликвидации последствий вредного антропогенного воздействия на окружающую среду техногенной деятельности)

### 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-6 Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений	Применяет знания современных проблем биотехнологии с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений
--	---	---

### 1.5 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-6 Способен разрабатывать и применять на практике инновационные решения в научной и производственной сферах биотехнологии на основе новых знаний и проведенных исследований с учетом экономических, экологических, социальных и других ограничений

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очная (семестр)	Очно-заочная (семестр)
		3	4
1	Научно-исследовательская работа	+	+

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Современные проблемы биотехнологии» относится к обязательной части учебного плана ОП по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология.

Дисциплина «Современные проблемы биотехнологии» изучается в 1 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 6 з.е.

Очная: 6 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)	Очно-заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>216</b>	<b>216</b>
Контактная работа	176	32
Лекции (Лекции)	80	16
Практические (Практ. раб.)	96	16
Самостоятельная работа (СР)	4	148
Экзамен	36	36

### 3.2. Содержание курса:

№	Название	Вид учебной работы, час.	Формы текущего
---	----------	--------------------------	----------------

темы	раздела/темы	Лекции		Практ. раб.		СР		контроля
		О	О-3	О	О-3	О	О-3	
1 семестр								
1	Предмет биотехнологии. История развития науки. Научные основы современной биотехнологии. Общие принципы конструирования новых организмов для биотехнологии.	10	2	16	2	1	24	Выполнение практических работ
2	Технологии рекомбинантных ДНК. Трансгенные микроорганизмы.	14	-	16	2	1	24	Выполнение практических работ
3	Промышленный биосинтез белковых веществ. Способы и особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов. Микробиологическое получение целевых продуктов.	14	2	16	2	1	24	Выполнение практических работ; Контрольная работа
4	Сельскохозяйственная, экологическая и пищевая биотехнологии.	14	4	16	2	1	24	Выполнение практических работ
5	Клеточная инженерия растений. Клональное микроразмножение .	14	4	16	4	-	26	Выполнение практических работ

6	Технологии создания трансгенных животных. Молекулярная генетика человека и новейшие генетические методы медицинской диагностики и терапии. Программа Геном человека.	14	4	16	4	-	26	Выполнение практических работ; Контрольная работа
---	--	----	---	----	---	---	----	---

### **Тема 1. Предмет биотехнологии. История развития науки. Научные основы современной биотехнологии. Общие принципы конструирования новых организмов для биотехнологии. (ОПК-6)**

#### **Лекция.**

Научные основы современной биотехнологии. Общие принципы конструирования новых организмов для биотехнологии.

Биотехнология на рубеже XX–XXI веков. Новейшие достижения в области биотехнологии: трансгенные организмы и продуценты, геномика и протеомика, медицинская биотехнология, новые биоматериалы. Био-технология – основа научно-технического прогресса и повышения качества жизни человека в условиях возрастающей антропогенной нагрузки. Особенности развития исследований и коммерциализации биологических технологий в США, Японии, странах ЕС и России. Перспективные источники углерода, азота и ростовых факторов. Целевые продукты биотехнологии: рекомбинантные ДНК, генноинженерные белки, моноклональные антитела, вакцины, антитела, биоматериалы. Научные принципы обеспечения сверхпродукции. Рынок новейших биотехнологических препаратов и продуктов, его структура и динамика. Социальные, законодательные и этические вопросы современной промышленной биотехнологии.

Аппаратура для реализации биотехнологических процессов и получения конечного продукта. Типы ферментационных аппаратов, применяемых в анаэробных и аэробных процессах ферментации (поверхностное культивирование, глубинное, гомогенное проточное и периодическое). Совокупность методов для контроля и управления биотехнологическими процессами. Моделирование и оптимизация процессов получения целевых продуктов.

#### **Практическое занятие.**

Общие принципы конструирования новых организмов для биотехнологии.

План проведения занятия.

Общие принципы конструирования новых организмов для биотехнологии. Генетическая инженерия, принципы, возможности. Области применения биологических агентов, полученных методами генетической инженерии.

Технологии генетического конструирования организмов *in vitro*. Источники ДНК для клонирования генов (рестрикция, ферментный и химико-ферментный синтез генов). Методы введения ДНК. Трансгенные микроорганизмы. Проблемы экспрессии чужеродных генов. Стабилизация целевых продуктов в клетке. Использование трансгенных микроорганизмов. Экспрессия генов в рекомбинантных ДНК.

Конструирование секретирующих организмов. Дрожжевые системы экспрессии. Клетки насекомых и бакуловирусы для синтеза целевых белков.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

- 1 Классификация основных этапов становления и развития биотехнологии.
- 2 Современные биотехнологические агенты.
- 3 Основные задачи постферментационной стадии биотехнологических процессов.

## **Тема 2. Технологии рекомбинантных ДНК. Трансгенные микроорганизмы. (ОПК-6)**

### **Лекция.**

Схема молекулярного клонирования. Значение технологии клонирования растительных клеток и тканей для сельского хозяйства. Классификация рестриктаз. Общая характеристика метода ПЦР. Принцип метода ПЦР. Схема амплификации ДНК. Генетическая инженерия – метод клеточной и молекулярной биологии. Области применения трансгенных растений. Стратегия риска генно-инженерных технологий.

### **Практическое занятие.**

Генетически модифицированные организмы.

План проведения занятия.

1. Трансгенные, или генетически модифицированные, организмы
2. Рестриктазы и другие ферменты для молекулярного клонирования
3. Полимеразная цепная реакция (вопрос рассматривается в виде реферативного сообщения)
4. Общая схема молекулярного клонирования
5. Основные типы клонирующих векторов: плазмидные, вирусные, искусственные хромосомы (вопрос рассматривается в виде реферативного сообщения)
6. Общая схема вектора на примере бактериальной экспрессионной плазмиды (вопрос рассматривается в виде реферативного сообщения)
7. Доставка рекомбинантной ДНК и РНК в клетку: биобаллистика, микроинъекции, перфорационные методы, трансфекция, вирусная инфекция, конъюгация, трансформация
8. Проблемы экспрессии чужеродных генов
9. Выделение генетически модифицированных организмов и проблема удаления маркерных генов

### **Задания для самостоятельной работы.**

1. Схема молекулярного клонирования.
2. Значение технологии клонирования растительных клеток и тканей для сельского хозяйства.
3. Классификация рестриктаз.
4. Общая характеристика метода ПЦР.
5. Принцип метода ПЦР.
6. Чем обусловлено применение полимеразной цепной реакции в целях диагностики и экспресс-анализа разнообразного биологического материала?
7. Схема амплификации ДНК.
8. Генетическая инженерия – метод клеточной и молекулярной биологии.
9. Области применения трансгенных растений.
10. Стратегия риска генно-инженерных технологий.

## **Тема 3. Промышленный биосинтез белковых веществ. Способы и особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов. Микробиологическое получение целевых продуктов. (ОПК-6)**

### **Лекция.**

Промышленный биосинтез белковых веществ.

Промышленный биосинтез белковых веществ. Особенности возникновения отрасли, современное состояние и перспективы развития. Субстраты I поколения для получения белково-витаминных концентратов. Саха-росодержащие субстраты: отходы сахарной, спиртовой, целлюлозной промышленности, гидролизаты растительных отходов. Технологическая схема производства белковых веществ. Типы ферментационных процессов: одно- и двустадийные проточные системы. Обоснование проведения незащищенной ферментации. Критерии оценки питательной ценности и безвредности продукта. Субстраты II поколения: углеводороды. Особенности микробного роста на углеводородах и ферментации. Выход продукта и его состав. Субстраты III поколения: особенности получения белка одноклеточных на спиртах и природном газе. Микробиологическое получение целевых продуктов.



Биотехнология получения первичных метаболитов. Незаменимые аминокислоты. Субстраты и продуценты. Особенности ферментации и контроля процесса получения аминокислот. Техника выделения и очистки аминокислот.

### **Практическое занятие.**

Получение органических кислот, ферментов, витаминов

План проведения занятия.

Органические кислоты. Среда и аппараты, применяемые для получения органических кислот.

Поверхностное и глубинное культивирование. Среда для получения органических кислот.

Получение конечного продукта.

Получение витаминов.

Биотехнология получения вторичных метаболитов. Синтез антибиотиков. Продуценты и среда.

Классификация антибиотиков. Особенности ферментации. Стадийность процесса. Выделение и очистка конечного продукта. Стандартизация антибиотиков.

Ферментные препараты, особенности получения, применения. Продуценты и среда. Типы ферментационных процессов (твердофазное поверхностное и глубинное). Аппаратура.

Технологический цикл и стадийность процесса производства ферментов. Методы выделения и очистки. Применение.

Иммобилизованные ферменты. Методы иммобилизации ферментов. Адсорбция, включение в гели, химическая сшивка и присоединение. Техника иммобилизации. Свойства иммобилизованных ферментов.

Особенности процессов на основе иммобилизованных ферментов. Типы реакционных аппаратов.

Процессы получения целевых продуктов на основе иммобилизованных ферментов. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток.

Использование методов клеточной инженерии для получения ряда белков. Получение гормонов при помощи методов генетической инженерии (инсулин человека, соматотропин и др.). Получение интерферонов. Производство вакцин (коровий антиген вируса гепатита В1 и др.).

Производство биоматериалов. Биосенсоры для мониторинга.

### **Задания для самостоятельной работы.**

- 1 Основные характеристики технологичных штаммов-продуцентов.
- 2 Структура коллекций микроорганизмов, принципы организации.
- 3 Достоинства и недостатки микробиологического синтеза белковых продуктов.
- 4 Специфика биопроцессов получения антибиотиков.
- 5 Разрушаемые биопластики, принципы получения, преимущества применения.
- 6 Основные принципы очистки ферментов.
- 7 Значение технологии иммобилизации ферментов для биотехнологии.
- 8 Способы биосинтеза ферментов.
- 9 Промышленные процессы получения целевых продуктов с применением иммобилизованных ферментов.

## **Тема 4. Сельскохозяйственная, экологическая и пищевая биотехнологии. (ОПК-6)**

### **Лекция.**

Технология получения биологических удобрений. Продуценты, среда, ферментационная техника. Особенности применения. Нитрагин. Азотобактерин.

Повышение устойчивости растений к различным факторам. Основы биологического контроля. Контроль за патогенностью. Биологические методы и препараты для борьбы с вредителями и болезнями сельскохозяйственных растений и животных. Технология получения биологических препаратов (бактериальных, грибных, вирусных).

Экологическая биотехнология и ее задачи. Принципы биологических методов аэробной и анаэробной переработки отходов. Анаэробные методы переработки отходов сельскохозяйственных производств. Биотехнологические методы переработки городских стоков. Промышленные биофильтры и аэротенки. Применение биотехнологических методов для очистки газо-воздушных выбросов и деградации ксенобиотиков.

Биотехнология в пищевой промышленности. Получение молочных продуктов. Биотехнология в пищевой промышленности. Бродильное производство и хлебопечение.

### **Практическое занятие.**

Сельскохозяйственная, экологическая и пищевая биотехнологии

План проведения занятия.

1. Иммобилизация микробных клеток.
2. Принцип работы биофильтра с омываемым слоем.
3. Связывание монооксида углерода в реакторе иммобилизованными СО-окисляющими бактериями.
4. Анаэробные методы переработки отходов сельскохозяйственных производств.
5. Биотехнологические методы переработки городских стоков.
6. Промышленные биофильтры и аэротенки.
7. Деградация ксенобиотиков.
8. Сельскохозяйственная биотехнология.

### **Задания для самостоятельной работы.**

- 1 Технологическая биоэнергетика и биотехнологические процессы переработки минерального сырья.
- 2 Биотопливо – реалии и перспективы.
- 3 Роль метаногенеза для технологической биоэнергетики.
- 4 Актуальность биологического синтеза углеводов.
- 5 Биотопливные элементы и фотоводород, перспективы промышленного освоения.
- 6 Биотехнология и проблемы защиты окружающей среды.
- 7 Промышленные отходы – сырье для биотехнологии.
- 8 Принципы биологических методов очистки стоков и газо-воздушных выбросов.
- 9 «Старые» и новейшие процессы биотехнологии для повышения продуктивности сельского хозяйства.
- 10 Биодоброения, преимущества применения.
- 11 Биоинсектициды и проблемы экологии.

## **Тема 5. Клеточная инженерия растений. Клональное микроразмножение. (ОПК-6)**

### **Лекция.**

Получение трансгенных растений. Трансгенные растения как биореакторы целевых продуктов. Биопродукция ценных для промышленности и медицины органических соединений в растениях и растительных клетках. Генно-инженерные подходы к решению проблемы усвоения азота. Генетически модифицированные продукты. Регулирование производства и сертификация генно-модифицированного сырья и пищевых продуктов.

Роль культуры ткани в биотехнологии растений. Создание искусственных ассоциаций клеток высших растений с микроорганизмами как способ модификации растительной клетки. Тотипотентность растительных клеток. Типы каллусов и способы их получения. Факторы, определяющие генетическую нестабильность каллусных клеток. Получение, культивирование и гибридизация протопластов. Соматическая гибридизация. Культура изолированных протопластов. Клональное микроразмножение растений и его классификация. Основные этапы клонального микроразмножения растений. Оздоровление посадочного материала в культуре изолированных тканей растений. Культура клеточных суспензий и одиночных клеток (способы получения, назначение, примеры). Технология получения гибридом.

### **Практическое занятие.**

Клеточная инженерия растений. Клональное микроразмножение. Методы стерилизации растительного материала и питательных сред. Выращивание стерильных проростков. Выделение и культивирование апикальных меристем.

План проведения занятия.

Практическая работа.

1. Методы стерилизации растительного материала, посуды, инструментов и питательных сред.
2. Приготовление Питательные среды.
3. Выращивание стерильных проростков.
4. Лабораторная работа
5. Выделение и культивирование апикальных меристем картофеля.
6. Микроразмножение картофеля черенкованием побегов.

В процессе занятия необходимо сформировать понятия об особенностях стерилизации помещений, растительного материала, посуды, инструментов и питательных сред, способах выращивания стерильных проростков гороха, сои с целью получения асептических растений и получения эксплантов *in vitro*, провести работу по выделению апикальных меристем и микроразмножению некоторых сельскохозяйственных растений, их культивированию с целью получения безвирусных растений.

#### **Задания для самостоятельной работы.**

- 1 Выделение и культивирование апикальных меристем земляники.
- 2 Микрклональное размножение земляники.
- 3 Какими способами пользуются в работе во избежание подсыхания питательных сред?
- 4 Назовите наиболее распространённый способ размножения картофеля.
- 5 На чём основывается действие размножения черенкованием?
- 6 При каком условии в культуре *in vitro* у черенков картофеля можно индуцировать появление клубней?
- 7 Каким образом высокое содержание кинетина в среде влияет на процесс культивирования земляники?
- 8 Каким способом можно индуцировать корнеобразование при микроразмножении земляники?
- 9 Каким способом можно индуцировать корнеобразование при микроразмножении земляники?
- 10 Что происходит при культивировании апикальных меристем земляники на питательной среде, содержащей цитокинин?

### **Тема 6. Технологии создания трансгенных животных. Молекулярная генетика человека и новейшие генетические методы медицинской диагностики и терапии. Программа Геном человека. (ОПК-6)**

#### **Лекция.**

Технологии создания трансгенных животных. Молекулярная генетика человека и новейшие генетические методы медицинской диагностики и терапии. Программа Геном человека.

Получение трансгенных животных. Технологии создания трансгенных животных. Культура эукариотических клеток животных. Получение улучшенных пород животных.

Молекулярная генетика человека и новейшие генетические методы медицинской диагностики и терапии. Генетическое сцепление и картирование генов. Физическое картирование генома человека. Программа Геном человека. Проблемы современной медицинской диагностики. Методы молекулярной диагностики: возможность эффективности. Методы иммунодиагностики – основные закономерности и разнообразие. Иммуноферментный анализ. Производство моноклональных антител. Гибридная технология.

#### **Практическое занятие.**

Генная терапия человека. Вирусные и невирусные системы доставки генов. Рибозимы как лекарственные средства. Генная терапия соматических клеток и клеток зародышевой линии. ДНК-диагностика. Технологии генной терапии. Принципы генной терапии. Генотерапия онкозаболевания. Диагностика и генотерапия наследственных заболеваний. Генотерапия ненаследственных заболеваний. Программа «Геном человека». Проблемы генотерапии. ДНК-вакцины

Контрольные вопросы

1. Что представляет собой генная инженерия?
2. Какие стадии включает стандартная технология генной терапии?
3. Классификация генной терапии.
4. В чем принципы ДНК-диагностики?
5. Какие методы ДНК-диагностики Вам известны?
6. Принципы генной терапии
7. Какие методы генной терапии Вам известны? Охарактеризуйте их
8. Какие основные подходы в геннокоррекции онкологических заболеваний Вам известны?
9. Что такое ДНК-вакцины? Способ приготовления аутовакцин
10. Проблемы генной терапии
11. Что включает в себя программа «Геном человека»?
12. Физическое картирование генома человека
13. Методы генной терапии ненаследственных заболеваний
14. Методы генной терапии наследственных заболеваний

**Задания для самостоятельной работы.**

- 1 Программа «Геном человека»
- 2 Проблемы генотерапии
- 3 ДНК-вакцины

#### **4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства**

##### **4.1. Распределение баллов:**

1 семестр

- текущий контроль – 60 баллов
- контрольные срезы – 2 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов
- ответ на экзамене: не более 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.	Предмет биотехнологии. История развития науки. Научные основы современной биотехнологии. Общие принципы конструирования новых организмов для биотехнологии.	Выполнение практических работ	10	Студенты в рамках самостоятельной работы в малых группах прорабатывают указанные темы и выполняют практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 10.
2.	Технологии рекомбинантных ДНК. Трансгенные микроорганизмы.	Выполнение практических работ	10	Студенты в рамках самостоятельной работы в малых группах прорабатывают указанные темы и выполняют практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 10.
3.	Промышленный биосинтез белковых веществ. Способы и особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов. Микробиологическое получение целевых продуктов.	Выполнение практических работ	10	Студенты в рамках самостоятельной работы в малых группах прорабатывают указанные темы и выполняют практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 10.
		<b>Контрольная работа (контрольный срез)</b>	10	Тест состоит из 20 вопросов. 8-10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 5-7 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1-4 баллов – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте. Менее 25% правильных ответов баллов не дает.
4.	Сельскохозяйственная, экологическая и пищевая биотехнологии.	Выполнение практических работ	10	Студенты в рамках самостоятельной работы в малых группах прорабатывают указанные темы и выполняют практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 10.
5.	Клеточная инженерия растений. Клональное микроразмножение.	Выполнение практических работ	10	Студенты в рамках самостоятельной работы в малых группах прорабатывают указанные темы и выполняют практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 10.
6.	Технологии создания трансгенных животных. Молекулярная генетика человека и новейшие	Выполнение практических работ	10	Студенты в рамках самостоятельной работы в малых группах прорабатывают указанные темы и выполняют практические работы, результаты оформляются в виде отчетов, оценка по баллам ранжируется от 1 до 10.

	генетические методы медицинской диагностики и терапии. Программа Геном человека.	<b>Контрольная работа(контрольный срез)</b>	10	Тест состоит из 20 вопросов. 8-10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте 5-7 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте 1-4 баллов – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте. Менее 25% правильных ответов баллов не дает.
7.	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.
8.	Ответ на экзамене		20	1-9 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «удовлетворительно» 10-14 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «хорошо», 15-20 баллов – студент раскрыл основные вопросы и задания билета на оценку «отлично».
9.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		90	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
10.	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

##### Выполнение практических работ

Тема 1. Предмет биотехнологии. История развития науки. Научные основы современной биотехнологии. Общие принципы конструирования новых организмов для биотехнологии.

- 1 Классификация основных этапов становления и развития биотехнологии.
- 2 Современные биотехнологические агенты.
- 3 Основные задачи постферментационной стадии биотехнологических процессов.

Тема 2. Технологии рекомбинантных ДНК. Трансгенные микроорганизмы.

- 1 Схема молекулярного клонирования.
- 2 Значение технологии клонирования растительных клеток и тканей для сельского хозяйства.
- 3 Классификация рестриктаз.
- 4 Общая характеристика метода ПЦР.
- 5 Принцип метода ПЦР.
- 6 Чем обусловлено применение полимеразной цепной реакции в целях диагностики и экспресс-анализа разнообразного биологического материала?
- 7 Схема амплификации ДНК.
- 8 Генетическая инженерия – метод клеточной и молекулярной биологии.
- 9 Области применения трансгенных растений.
- 10 Стратегия риска генно-инженерных технологий.

Тема 3. Промышленный биосинтез белковых веществ. Способы и особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов. Микробиологическое получение целевых продуктов.

- 1 Основные характеристики технологичных штаммов-продуцентов.
- 2 Структура коллекций микроорганизмов, принципы организации.
- 3 Достоинства и недостатки микробиологического синтеза белковых продуктов.
- 4 Специфика биопроцессов получения антибиотиков.
- 5 Разрушаемые биопластики, принципы получения, преимущества применения.
- 6 Основные принципы очистки ферментов.
- 7 Значение технологии иммобилизации ферментов для биотехнологии.
- 8 Способы биосинтеза ферментов.
- 9 Промышленные процессы получения целевых продуктов с применением иммобилизованных ферментов.

Тема 4. Сельскохозяйственная, экологическая и пищевая биотехнологии.

- 1 Основные характеристики технологичных штаммов-продуцентов.
- 2 Структура коллекций микроорганизмов, принципы организации.
- 3 Достоинства и недостатки микробиологического синтеза белковых продуктов.
- 4 Специфика биопроцессов получения антибиотиков.
- 5 Разрушаемые биопластики, принципы получения, преимущества применения.
- 6 Основные принципы очистки ферментов.
- 7 Значение технологии иммобилизации ферментов для биотехнологии.
- 8 Способы биосинтеза ферментов.
- 9 Промышленные процессы получения целевых продуктов с применением иммобилизованных ферментов.

Тема 5. Клеточная инженерия растений. Клональное микроразмножение.

- 1 Выделение и культивирование апикальных меристем земляники.
- 2 Микрклональное размножение земляники.
- 3 Какими способами пользуются в работе во избежание подсыхания питательных сред?
- 4 Назовите наиболее распространённый способ размножения картофеля.
- 5 На чём основывается действие размножения черенкованием?
- 6 При каком условии в культуре *in vitro* у черенков картофеля можно индуцировать появление клубней?
- 7 Каким образом высокое содержание кинетина в среде влияет на процесс культивирования земляники?
- 8 Каким способом можно индуцировать корнеобразование при микроразмножении земляники?
- 9 Каким способом можно индуцировать корнеобразование при микроразмножении земляники?

- 10 Что происходит при культивировании апикальных меристем земляники на питательной среде, содержащей цитокинин?

Тема 6. Технологии создания трансгенных животных. Молекулярная генетика человека и новейшие генетические методы медицинской диагностики и терапии. Программа Геном человека.

- 1 Программа «Геном человека»
- 2 Проблемы генотерапии
- 3 ДНК-вакцины

### Контрольная работа

Тема 3. Промышленный биосинтез белковых веществ. Способы и особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов. Микробиологическое получение целевых продуктов.

1. Возникновение геномики как научной дисциплины стало возможным после:
  - 1 установления структуры ДНК
  - 2 создания концепции гена
  - 3 дифференциации структурных и регуляторных участков гена
  - 4 полного секвенирования генома у ряда организмов
  - 5 разработки методов секвенирования генома
2. Существенность гена у патогенного организма – кодируемый геном продукт необходим:
  - 1 для размножения клетки
  - 2 для поддержания жизнедеятельности
  - 3 для инвазии в ткани
  - 4 для инактивации антимикробного вещества
  - 5 для подавления иммунной системы человека
3. Протеомика характеризует состояние микробного патогенна:
  - 1 по ферментативной активности
  - 2 по скорости роста
  - 3 по экспрессии отдельных белков
  - 4 по нахождению на конкретной стадии ростового цикла
  - 5 по чувствительности к определенным антибиотикам
4. Для получения протопластов из клеток грибов используется
  - 1 лизоцим
  - 2 трипсин
  - 3 “улиточный фермент”
  - 4 пепсин
  - 5 амилаза
5. За образованием протопластов из микробных клеток можно следить с помощью методов:
  - 1 вискозиметрии
  - 2 колориметрии
  - 3 фазово-контрастной микроскопии
  - 4 электронной микроскопии
  - 5 по светорассеянию в культуральной жидкости



6. Для получения протопластов из бактериальных клеток используется:

- 1 лизоцим
- 2 “улиточный фермент”
- 3 трипсин
- 4 папаин
- 5 бромциан

7. Объединение геномов клеток разных видов и родов при соматической гибридизации возможно:

- 1 только в природных условиях
- 2 только в искусственных условиях
- 3 в природных и искусственных условиях
- 4 не возможно вообще
- 5 только при рентгеновском облучении

8. Высокая стабильность протопластов достигается при хранении:

- 1 на холоду
- 2 в гипертонической среде
- 3 в среде с добавлением антиоксидантов
- 4 в анаэробных условиях
- 5 в среде с добавлением кумарина

9. Полиэтиленгликоль (ПЭГ), вносимый в суспензию протопластов:

- 1 способствует их слиянию
- 2 предотвращает их слияние
- 3 повышает стабильность суспензии
- 4 предотвращает микробное заражение
- 5 предотвращает восстановление клеточной стенки

10. Для протопластирования наиболее подходят суспензионные культуры:

- 1 в лаг-фазе
- 2 в стационарной фазе
- 3 в логарифмической фазе
- 4 в фазе замедленного роста
- 5 в фазе отмирания

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме экзамена

#### **Типовые вопросы экзамена (ОПК-6)**

- 1 Биотехнология на рубеже XX–XXI веков. Новейшие достижения в области биотехнологии: трансгенные организмы и продуценты, геномика и протеомика, медицинская биотехнология, новые биоматериалы.
- 2 Биотехнология – основа научно-технического прогресса и повышения качества жизни человека в условиях возрастающей антропогенной нагрузки.
- 3 Особенности развития исследований и коммерциализации биологических технологий в США, Японии, странах ЕС и России. Перспективные источники углерода, азота и ростовых факторов.
- 4 Целевые продукты биотехнологии: рекомбинантные ДНК, генноинженерные белки, моноклональные антитела, вакцины, антитела, биоматериалы. Научные принципы обеспечения сверхпродукции.
- 5 Рынок новейших биотехнологических препаратов и продуктов, его структура и динамика.

- 6 Социальные, законодательные и этические вопросы современной промышленной биотехнологии.
- 7 Общие принципы конструирования новых организмов для биотехнологии. Технологии рекомбинантных ДНК. Клонирование известных и конструирование новых белков. Общая схема векторов для клонирования и экспрессии рекомбинантных ДНК.
- 8 Новые методы селекции – сочетание молекулярных и традиционных методов. Клеточная и генная инженерия.
- 9 Трансгенные микроорганизмы. Проблемы экспрессии чужеродных генов. Стабилизация целевых продуктов в клетке. Использование трансгенных микроорганизмов.
- 10 Конструирование секретирующих организмов. Дрожжевые системы экспрессии. Клетки насекомых и бакуловирусы для синтеза целевых белков.
- 11 Получение трансгенных растений и животных. Трансгенные растения и животные как биореакторы целевых продуктов.
- 12 Биопродукция ценных для промышленности и медицины органических соединений в растениях и растительных клетках. Генно-инженерные подходы к решению проблемы усвоения азота.
- 13 Генетически модифицированные продукты. Регулирование производства и сертификация генно-модифицированного сырья и пищевых продуктов.
- 14 Технологии создания трансгенных животных. Культура эукариотических клеток животных. Получение улучшенных пород животных.
- 15 Молекулярная генетика человека и новейшие генетические методы медицинской диагностики и терапии. Генетическое сцепление и картирование генов.
- 16 Физическое картирование генома человека. Программа Геном человека.
- 17 Проблемы современной медицинской диагностики. Методы молекулярной диагностики: возможность эффективности.
- 18 Методы иммунодиагностики – основные закономерности и разнообразие. Иммуноферментный анализ. Производство моноклональных антител. Гибридная технология.
- 19 Генная терапия человека. Вирусные и невирусные системы доставки генов.
- 20 Рибозимы как лекарственные средства. Генная терапия соматических клеток и клеток зародышевой линии.
- 21 Роль культуры ткани в биотехнологии растений. Создание искусственных ассоциаций клеток высших растений с микроорганизмами как способ модификации растительной клетки. Тотипотентность растительных клеток.
- 22 Типы каллусов и способы их получения. Факторы, определяющие генетическую нестабильность каллусных клеток.
- 23 Получение, культивирование и гибридизация протопластов. Соматическая гибридизация. Культура изолированных протопластов.
- 24 Клональное микроразмножение растений и его классификация. Основные этапы клонального микроразмножения растений. Оздоровление посадочного материала в культуре изолированных тканей растений.
- 25 Культура клеточных суспензий и одиночных клеток (способы получения, назначение, примеры). Технология получения гибридом.
- 26 Питательные среды: основные компоненты и разновидности. Роль отдельных элементов питательных сред в процессе культивирования тканей растений.
- 27 Микробиологический синтез белка и проблемы бесклеточной биотехнологии.
- 28 Экологическая биотехнология и ее задачи. Защита окружающей среды. Очистка сточных вод.
- 29 Экологическая биотехнология и ее задачи. Переработка отходов. Деградация ксенобиотиков.
- 30 Повышение устойчивости растений к различным факторам. Основы биологического контроля. Контроль за патогенностью.
- 31 Биотехнология в пищевой промышленности. Получение молочных продуктов.
- 32 Биотехнология в пищевой промышленности. Бродильное производство и хлебопечение.
- 33 Биотехнология получения первичных метаболитов – незаменимых аминокислот.

- 34 Биотехнология получения первичных метаболитов – витаминов и органических кислот.
- 35 Биотехнология получения вторичных метаболитов – антибиотиков и стероидов.
- 36 Использование методов клеточной инженерии для получения ряда белков. Производство вакцин (коровий антиген вируса гепатита В1 и др.).
- 37 Производство биоматериалов. Биосенсоры для мониторинга.
- 38 Биотехнология получения и использования ферментов. Имобилизованные ферменты. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток.
- 39 Использование методов клеточной инженерии для получения ряда белков. Получение гормонов при помощи методов генетической инженерии (инсулин человека, соматотропин и др.)
- 40 Использование методов клеточной инженерии для получения ряда белков. Получение интерферонов.

#### **Типовые задания для экзамена (ОПК-6)**

- 1 Для эффективного проведения биотехнологического процесса большое значение имеет питательная среда, в которой микроорганизмы-продуценты БАВ используют в качестве источника азота различные азотсодержащие соединения, содержащие аминный азот или ионы аммония. Какие условия проведения ферментации по источнику азота при получении антибиотиков будут являться оптимальными?
- 2 В биотехнологическом производстве лекарственных средств большое значение имеет питательная среда. Предложите оптимальную питательную среду в биосинтезе антибиотиков.
- 3 Суперпродуцент – это биообъект промышленного использования. Как можно получить его и какими свойствами он должен обладать в отличие от природного штамма культуры?
- 4 Получение субстанции аскорбиновой кислоты является многостадийным процессом, в котором сочетаются методы органического и микробиологического синтеза. Какой предшественник аскорбиновой кислоты получают с использованием биотехнологии и каково значение этого этапа для всего процесса в целом?

#### **4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации**

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«отлично» (85 - 100 баллов)	ОПК-6	Имеет высокий уровень знаний, прослеживает междисциплинарные связи. Применяет на практике полученные знания.
«хорошо» (70 - 84 баллов)	ОПК-6	Имеет хороший уровень знаний, прослеживает междисциплинарные связи. Применяет на практике полученные знания
«удовлетворительно» (50 - 69 баллов)	ОПК-6	Имеет базовый уровень знаний, прослеживает междисциплинарные связи. Применяет на практике полученные знания
«неудовлетворительно» (менее 50 баллов)	ОПК-6	Имеет низкий уровень знаний, не прослеживает междисциплинарные связи. Не применяет на практике полученные знания

### **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. Горленко В. А., Кутузова Н. М., Пятунина С. К. Научные основы биотехнологии : учебное пособие, I. Нанотехнологии в биологии. - Москва: Прометей, 2013. - 262 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=240486>
2. Антипова Л. В., Дворянинова О. П. Основы биотехнологии переработки сельскохозяйственной продукции : Учебное пособие для вузов. - пер. и доп.; 2-е изд.. - Москва: Юрайт, 2020. - 204 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/449265>

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Дворецкий Д. С., Дворецкий С. И., Пешкова Е. В., Темнов М. С., Акулинин Е. И. Основы биотехнологии микроводорослей : учебное пособие. - Тамбов: Тамбовский государственный технический университет (ТГТУ), 2015. - 82 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=444691>
2. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии : Учеб. пособие для вузов. - М.: Академия, 2003. - 208 с.
3. Жайлибаева, Г. К., Махатаева, Ж. Б., Исабекова, М. С., Турпанова, Р. М. Основы биотехнологии : курс лекций. - Весь срок охраны авторского права; Основы биотехнологии. - Алматы: Нур-Принт, 2016. - 57 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/67114.html>
4. Просеков, А. Ю., Кригер, О. В., Милентьева, И. С., Бабич, О. О. Основы биотехнологии : учебное пособие. - Весь срок охраны авторского права; Основы биотехнологии. - Кемерово: Кемеровский технологический институт пищевой промышленности, 2015. - 214 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/61271.html>

5. Сироткин А. С., Жукова В. Б. Теоретические основы биотехнологии : учебно-методическое пособие. - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2010. - 87 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=270560>
6. Турашева, С. К., Оразова, С. Б., Валиханова, Г. Ж. Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Основы биотехнологии. Биотехнология растений». - 2024-05-23; Учебно-методическое пособие для самостоятельной работы студентов по дисциплине «Основы б. - Алматы: Казахский национальный университет им. аль-Фараби, 2014. - 260 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/58722.html>

### 6.3 Иные источники:

1. Классическая и молекулярная биология - <http://molbiol.ru/>
2. Русский медицинский сервер - <http://www.rusmedserv.com>
3. Микробиология - <http://microbiology.ucoz.org>
4. Медунивер - <http://meduniver.com>
5. 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

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

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

7-Zip 9.20

Операционная система Microsoft Windows 10

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. Springer Journal – база данных журналов коллекции Springer Journal изд-ва Springer Nature (1997-2015 гг.). – URL: <https://link.springer.com>
10. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.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. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <https://www.tsutmb.ru/biblio/elektronnyij-katalog/>
17. 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](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.