

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина»

Институт естествознания  
Кафедра биологии и биотехнологии

УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института



Е. В. Скрипникова  
«05» июля 2021 г.

## **ПРОГРАММА ГОСУДАРСТВЕННОЙ ИТОГОВОЙ АТТЕСТАЦИИ**

Направление подготовки/специальность: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль/направленность/специализация: Общая биотехнология

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

Формы обучения: очно-заочная

год набора: 2021

Тамбов, 2022

**Автор-составитель:**

Кандидат сельскохозяйственных наук, доцент Скрипникова Елена Владимировна

Программа государственной итоговой аттестации составлена в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология (приказ Министерства образования и науки РФ от «21» ноября 2014 г. № 1495).

Программа согласована с представителями работодателей:

1. кандидат сельскохозяйственных наук Акимов Михаил Юрьевич - директор ФГБНУ "Федеральный научный центр им. И.В. Мичурина"

Программа ГИА принята на заседании Кафедры биологии и биотехнологии «08» июня 2021 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «05» июля 2021 г. № 10.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Общие положения.....	4
2. Программа государственного экзамена.....	7
3. Выпускная квалификационная работа.....	17
4. Проведение государственной итоговой аттестации лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов.....	21
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение государственной итоговой аттестации.....	22
6. Материально-техническое и программное обеспечение государственной итоговой аттестации.....	24

## **1 Общие положения**

### **1.1 Цели государственной итоговой аттестации, виды аттестационных испытаний выпускников направления подготовки 19.04.01 - Биотехнология.**

Блок БЗ Государственная итоговая аттестация относится к базовой части ОП ВО.

Государственная итоговая аттестация проводится в целях определения результатов освоения обучающимися основной образовательной программы по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология.

Государственная итоговая аттестация выпускников ФГБОУ ВО "Тамбовский государственный университет имени Г.Р. Державина" по образовательной программе ВО по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология включает:

- Подготовку к сдаче и сдачу государственного экзамена;
- Подготовку к процедуре защиты и защиту выпускной квалификационной работы.

Способ проведения государственного экзамена – Устный.

Вид выпускной квалификационной работы – Магистерская диссертация.

Взаимодействие преподавателя и студента во время прохождения последним государственной итоговой аттестации, в том числе во время подготовки к процедуре защиты ВКР и подготовки к сдаче государственного экзамена осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых, телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.

### **1.2 Виды профессиональной деятельности выпускников и соответствующие им задачи профессиональной деятельности**

- научно-исследовательская
  - подбор, обработка и анализ научно-технической и патентной информации по тематике исследования с использованием специализированных баз данных с использованием информационных технологий
  - анализ показателей технологического процесса на соответствие научным разработкам
  - разработка программ научных исследований, оценка и анализ полученных результатов
  - поиск и разработка новых эффективных путей получения биотехнологических продуктов, создание современных биотехнологий, в том числе нанобиотехнологий, технологий рекомбинантных дезоксирибонуклеиновых кислот, клеточных технологий
  - выделение, идентификация и анализ продуктов биосинтеза и биотрансформации, получение новых штаммов-продуцентов биологических препаратов
  - создание композиционных форм и оптимальных способов применения биопрепаратов
  - проведение валидации технологических процессов и аналитических методик
  - изучение биохимических и биологических закономерностей процессов биосинтеза, микро- и макростехиометрии, микро- и макрокинетики роста популяций микроорганизмов и клеточных культур, взаимодействия микроорганизмов, вирусов с клетками, метаболических путей и особенностей утилизации субстрата и синтеза продуктов метаболизма
  - создание теоретических моделей, позволяющих прогнозировать характер изменения свойств сырья в процессе его биотрансформации и получать продукцию с заданными качественными характеристиками
  - экспериментальное исследование биологической и физико-химической кинетики на всех стадиях технологического процесса и их математическое описание
  - подготовка научно-технической отчетной документации, аналитических обзоров и справок, документации для участия в конкурсах научных проектов, проектов фармакопейных статей (государственных стандартов), публикация научных результатов, защита интеллектуальной собственности
- проектная
  - оценка выбранного способа производства и альтернативных вариантов технологической схемы и ее узлов, выбор оптимального варианта

- проектирование опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства
- реконструкция и модернизация действующих биотехнологических процессов и производств
- моделирование и оптимизация процессов и аппаратов микробиологического синтеза
- разработка основных этапов технологической схемы, исследование технологического процесса на опытной и опытно-промышленной установках
- математическое моделирование и оптимизация основной аппаратуры и узлов технологической схемы
- технологический расчет оборудования, выбор стандартного и проектирование нестандартного биотехнологического оборудования
- разработка биологических методов для утилизации отходов производств и вредных веществ, создание замкнутых технологий, разработка методик и проведение биомониторинга, решение других проблем, связанных с охраной окружающей среды

### 1.3 Компетенции, которыми должны овладеть обучающиеся в результате освоения образовательной программы.

Выпускник, освоивший программу магистратуры, должен обладать следующими компетенциями:

Код компетенции	Содержание компетенции	Гос. экзамен	Подготовка и защита ВКР
ОК-1	Способность к абстрактному мышлению, анализу, синтезу		+
ОК-2	Готовность действовать в нестандартных ситуациях, нести социальную и этическую ответственность за принятые решения		+
ОК-3	Способность совершенствовать и развивать свой интеллектуальный и общекультурный уровень, получать знания в области современных проблем науки, техники и технологии, гуманитарных, социальных и экономических наук		+
ОК-4	Способность к профессиональному росту, к самостоятельному обучению новым методам исследования, к изменению научного и научно-производственного профиля своей профессиональной деятельности		+
ОК-5	Способность на практике использовать умения и навыки в организации исследовательских и проектных работ и в управлении коллективом		+
ОК-6	Готовность использовать правовые и этические нормы при оценке последствий своей профессиональной деятельности, при разработке и осуществлении социально значимых проектов	+	+
ОПК-1	Способность к профессиональной эксплуатации современного биотехнологического оборудования и научных приборов	+	+
ОПК-2	Готовность к коммуникации в устной и письменной формах на государственном языке Российской Федерации и иностранном языке для решения задач профессиональной деятельности		+
ОПК-3	Готовность руководить коллективом в сфере своей профессиональной деятельности, толерантно воспринимая социальные, этнические, конфессиональные и культурные различия	+	+

ОПК-4	Готовность использовать методы математического моделирования материалов и технологических процессов, готовностью к теоретическому анализу и экспериментальной проверке теоретических гипотез	+	+
ОПК-5	Способность использовать современные информационные технологии для сбора, обработки и распространения научной информации в области биотехнологии и смежных отраслей, способностью использовать базы данных, программные продукты и ресурсы информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" (далее - сеть "Интернет") для решения задач профессиональной деятельности		+
ОПК-6	Готовность к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности	+	+
ПК-1	Готовность к планированию, организации и проведению научно-исследовательских работ в области биотехнологии, способностью проводить корректную обработку результатов экспериментов и делать обоснованные заключения и выводы	+	+
ПК-2	Способность проводить анализ научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин с целью научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок	+	+
ПК-3	Способность представлять результаты выполненной работы в виде научно-технических отчетов, обзоров, научных докладов и публикаций с использованием современных возможностей информационных технологий и с учетом требований по защите интеллектуальной собственности	+	+
ПК-4	Готовностью к проектированию опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства	+	+
ПК-5	Способность осуществлять технологический расчет оборудования, выбор стандартного и проектирование нестандартного оборудования	+	+
ПК-6	Способность к разработке проектной документации	+	+

#### 1.4 Государственная итоговая аттестация по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология предполагает, что выпускник должен:

##### знать:

- – научные основы биотехнологии;
- – основные направления производства полезных веществ;
- – основы инженерной энзимологии;
- – методы и возможности генной и клеточной инженерии;
- – основы технологической биоэнергетики и биологической переработки сырья;
- – использование биотехнологии как альтернативы в сельском хозяйстве;
- – основы экологической биотехнологии.

##### уметь:

- – ориентироваться в современных направлениях и методах биотехнологии;
- – работать с биотехнологическим оборудованием, осуществлять экспериментальные исследования
- – применять полученные знания в рациональном использовании природных ресурсов и охране окружающей среды.

**владеть:**

- - комплексом знаний и методов, позволяющих решить биотехнологические задачи и использовать полученные навыки в дальнейшей профессиональной деятельности.

**1.5 Порядок проведения государственной итоговой аттестации**

Государственная итоговая аттестация проводится в сроки, предусмотренные календарным учебным графиком по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология.

Студенты обеспечиваются программой государственной итоговой аттестации по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология не позднее, чем за полгода до начала государственной итоговой аттестации; им создаются необходимые для подготовки условия, для желающих проводятся консультации.

К государственной итоговой аттестации допускается обучающийся, не имеющий академической задолженности и в полном объеме выполнивший учебный план или индивидуальный учебный план по соответствующей образовательной программе высшего образования.

Сдача государственного экзамена и защита выпускных квалификационных работ проводятся на заседаниях экзаменационной комиссии с участием не менее двух третей её состава. Решения государственной экзаменационной комиссии принимаются на закрытых заседаниях простым большинством голосов членов комиссии, участвующих в заседании. При равном числе голосов голос председателя является решающим.

Результаты любого из видов аттестационных испытаний, включенных в итоговую государственную аттестацию, определяются оценками по пятибалльной системе оценивания, т.е. «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно» и объявляются в тот же день после оформления в установленном порядке протоколов заседаний экзаменационной комиссии.

По результатам государственных аттестационных испытаний обучающийся имеет право на апелляцию – письменное заявление о нарушении, по его мнению, установленной процедуры проведения государственного аттестационного испытания и несогласии с его результатами. Порядок подачи апелляции и работы апелляционной комиссии определены Положением о проведении государственной итоговой аттестации по образовательным программам высшего образования – программам бакалавриата, программам специалитета, программам магистратуры и Регламентом работы государственной экзаменационной и апелляционной комиссий по образовательным программам высшего образования.

**2 Программа государственного экзамена****2.1 Примерный перечень тем (разделов), выносимых на государственный экзамен:**

№ п/п	Наименование тем (разделов)	Содержание тем (разделов)	Компетенции
----------	--------------------------------	---------------------------	-------------

1	Современные проблемы биотехнологии	<p>Объекты биотехнологии. Требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам. Значение биотехнологии для различных отраслей народного хозяйства (сельское хозяйство, пищевая промышленность, медицина, энергетика и др.). Сырьевая база биотехнологии. Классификация сырья и питательных субстратов. Принципы составления рецептов питательных сред. Подготовительные и вспомогательные стадии биотехнологических производств (приготовления питательных сред, получение и подготовка посевного материала, стерилизация питательных сред, оборудования и воздуха; очистка отработанного воздуха). Собственно биотехнологическая стадия (общая характеристика, способы получения целевого продукта на биотехнологической стадии, стадии и кинетика роста микроорганизмов.). Классификация процессов ферментации. Кинетические и макростехиометрические характеристики процесса ферментации. Пост-ферментационные стадии биотехнологических производств (отделение биомассы от культуральной жидкости, дезинтеграция клеток, выделение продуктов метаболизма и синтеза, очистка, концентрирование и получение готовой формы продукта).</p>	ОПК-1 ПК-1
---	------------------------------------	---	---------------



2	Промышленная микробиология и биотехнология.	<p>Устройство и основные конструкторские детали ферментеров и биореакторов. Обеспечение теплообмена и массообмена в биореакторах. Системы пеногашения, аэрирования и перемешивания в биореакторах. Специализированные ферментационные технологии (аэробные, анаэробные, газофазные и др.). Типы и режимы ферментаций (периодический и непрерывный методы культивирования микроорганизмов; выращивание микроорганизмов глубинным методом и методом поверхностных культур; хемостаты и турбидостаты). Принцип масштабирования технологических процессов (лабораторные, пилотные и промышленные установки). Получение чистой культуры микроорганизмов. Основные типы биотехнологических процессов (производство биомассы, производство аминокислот, производство вторичных метаболитов, биотрансформация). Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов. Иммобилизация клеток микроорганизмов и растений (источники ферментов, преимущества иммобилизованных ферментов, характеристика носителей для иммобилизации ферментов, физическая и химическая иммобилизация ферментов, сохранение стабильности иммобилизованных ферментов, иммобилизация растительных клеток). Типовые приемы и особенности культивирования клеток животных (этапы культивирования клеток животных, способы выращивания клеток животных, среды для выращивания клеток животных). Типовые приемы и особенности культивирования клеток растений (вегетативное размножение растений методом культур тканей, поверхностное культивирование клеток растений, культивирование клеток растений в глубинных условиях, сохранение культур клеток растений). Использование методов генетической инженерии в фитобиотехнологии. Основы 10 клеточной инженерии (протопластирование, слияние протопластов микроорганизмов и растений, межвидовое и межродовое слияние, гибридная технология). Традиционные методы и принципы селекции микроорганизмов. Селекция продуцентов антибиотиков, органических кислот и ферментов. Генетическая инженерия, ее методы и задачи. Получение фрагментов чужеродной ДНК и их очистка. Конструирование рДНК и клонирование генов. Амплификация. Экспрессия генов. Геномная библиотека. Организация, контроль и управление биотехнологическими процессами. Системы GLP, GAP и GMP. Социальные аспекты биотехнологии и биоинженерии. Контроль применения</p>	ОПК-6 ПК-2 ПК-4
---	---	--	-----------------------

3	Молекулярная биология и генетическая инженерия	Клеточная теория. Фундаментальные свойства живой материи. Уровни организации жизни. Химический состав клетки (белки, углеводы, липиды, их строение, свойства и функции). Строение и функции нуклеиновых кислот в клетке. Строение эукариотической клетки. Обмен веществ и превращение энергии в клетке. Фотосинтез, дыхание, гликолиз в клетке. Понятие о жизненном цикле клетки. Половое и бесполое размножение. Митоз, мейоз. Репликация. Транскрипция. Трансляция. Генетический код.	ПК-1 ПК-2
4	Теоретические и прикладные аспекты микробиологии	Общая характеристика микроорганизмов. Строение прокариотической клетки. Размножение микроорганизмов. Ферменты микроорганизмов, их значение в метаболизме клетки. Метаболизм микроорганизмов. Конструктивный и энергетический обмены веществ у микроорганизмов. Типы дыхания у микроорганизмов. Гликолиз. Брожение. Типы брожений. Рост микроорганизмов. Фазы развития бактериальной популяции. Распространение микроорганизмов в природе. Микрофлора почвы, воды, воздуха. Генетика микроорганизмов. Наследственность и изменчивость микроорганизмов. Болезни человека и животных, вызываемые микроорганизмами. Использование микроорганизмов в промышленности. Получение целевых продуктов.	ОПК-1 ПК-1 ПК-3
5	Управляемое культивирование микроорганизмов	Основы теории переноса количества движения, теплоты, массы; теория физического и математического моделирования процессов биотехнологии. Гидродинамика и гидродинамические процессы: основные уравнения движения жидкостей, гидродинамическая структура потоков, перемещение жидкостей, сжатие и перемещение газов, разделение жидких и газовых неоднородных систем, перемешивание в жидких средах. Тепловые процессы и аппараты: основы теории передачи теплоты, промышленные способы подвода и отвода теплоты в химической аппаратуре. Ферментативные процессы, их кинетика, ферментеры. Массообменные процессы и аппараты в системах, основы теории массопередачи и методы расчета массообменной аппаратуры в системах со свободной границей раздела фаз: абсорбция, перегонка и ректификация, экстракция; массообменные процессы с неподвижной поверхностью контакта фаз: адсорбция, сушка, растворение и кристаллизация; мембранные процессы биотехнологии.	ОПК-4 ПК-5 ПК-6

6	<p>Культуры клеток и тканей.</p> <p>Культивирование растительных клеток и тканей in vitro.</p>	<p>Общая характеристика метода культуры изолированных клеток и тканей in vitro. История метода культуры растительных клеток. Достижения и перспективы развития. Особенности клеток в природе и при культивировании in vitro. Дедифференциация как основа каллусогенеза. Морфологические, физиологические, биохимические и генетические характеристики каллусов. Суспензионные культуры. Особенности культур высших растений как популяций соматических клеток. Особенности культивирования каллусных и суспензионных культур. Ростовые характеристики суспензионных культур. Гетерогенность культур как основа устойчивости популяции. Клеточный цикл в культурах in vitro. Морфогенез в каллусных тканях как проявление тотипотентности растительной клетки. Типы дифференцировки в культуре in vitro. Гистогенез, вегетативный и флоральный морфогенез. Соматический эмбриогенез. Культура изолированных корней, листьев, генеративных органов. Культура зародышей. Клональное микроразмножение и оздоровление посадочного материала. Ростовые характеристики суспензионных культур. Особенности культур высших растений как популяций соматических клеток. Гетерогенность культур как основа устойчивости популяции. Клеточный цикл в клетках in vitro. Изолированные протопласты. Технология клонального микроразмножения. Получение безвирусного посадочного материала. Сохранение генофонда высших растений в коллекциях и криобанках. Сущность и трудности криосохранения.</p>	ОПК-1 ПК-1
7	Биотехнология природопользования	<p>Биологические методы очистки стоков. Аэробные процессы очистки сточных вод. Качество воды и методы очистки. Особенности биологических методов по сравнению с физико-химическими процесса очистки. Критерии проектирования биотехнологических процессов очистки. Активный ил – составляющие и химизм действия. Типы аппаратов для аэробной очистки стоков. Гомогенные реакторы и гетерогенные аэробные реакторы. Принцип функционирования, эффективности действия. Окситенки. Реакторы с неподвижной биопленкой. Особенности эксплуатации и производительность. Характеристика биопленки.</p>	ПК-1 ПК-2 ПК-3

		<p>Анаэробные процессы очистки сточных вод. Теоретические основы процесса. Формальная кинетика. Биохимия и микробиология. Промышленные аппараты для сбраживания стоков. Септиктенки. Анаэробный биофильтр. Характеристики биополенки и активного ила. Требования к параметрам процессов водоочистки. Эффективность работы анаэробных очистных сооружений. Утилизации активного ила. Количество и качество отходов. Утилизация и конверсия. Сырой активный ил. Переработка ила. Переработка растительных отходов. Метанотенки и биометаногенез как процесс ликвидации отходов и экологический метод получения энергоносителей. Типы и устройство метанотенков. Биоочистка газовоздушных выбросов. Типы биокатализаторов и аппаратов для данных процессов. Биофильтры. Биоскрубберы на основе нативных и иммобилизованных клеток. Биореакторы с омываемым слоем.</p> <p>Новейшие методы деградации ксенобиотиков. Иммобилизованные клетки и ферменты. Принципы и методы иммобилизации. Свойства иммобилизованных биосистем. Типы реакторов с иммобилизованными клетками. Реакторы полного смешения. Реакторы с псевдосжиженным слоем. Реакторы с неподвижным слоем. Эрлифтные аппараты и анаэробные биореакторы.</p> <p>Общие концепции биоремедиации. Понятия: фиторемедиация, микроборемедиация, зооремедиация. Преимущества и недостатки фитобиоремедиации. Технологии фитобиоремедиации: ризофилтрация, фитоэкстракция, фитостимуляция, фитоиспарение. Микроборемедиация. Агенты микроборемедиации. Преимущества микроборемедиации. Методы и технологии биоремедиации. Микробная биотехнология. Микробно-ферментативная биотехнология. Биоремедиация загрязненных почв и грунтов: биоремедиация in situ, биоремедиация ex situ. Биоремедиация окружающей среды: биodeградация тяжелых металлов, очистка от нефти и нефтепродуктов, биоремедиация атмосферы</p>	
8	<p>Пищевая биотехнология.</p> <p>Биотехнологические основы фармацевтического</p>	<p>Биотехнологические процессы в медицинской практике: ферментационные, иммунобиотехнологии, клеточные технологии, технологии рДНК, нанобиотехнологии, фармбиотехнологии.</p>	<p>ОПК-1</p> <p>ПК-1</p>

	производства.	<p>Бактериофаги. Особенности строения и репродукции. Использование в диагностике бактериальных заболеваний. Конструирование препаратов на основе бактериофагов</p> <p>Перспективы получения пищевого белка методами биотехнологии. Технология получения белково-витаминных и белково-липидных концентратов на основе биомассы дрожжей. Сырьевые ресурсы биотехнологии. Общие принципы подбора источников сырья для пищевых биотехнологических производств. Основные виды сырья и вспомогательных материалов. Источники углерода, азота и фосфора, как основных компонентов питательных сред. Характеристика комплексных обогатителей питательных сред. Классификация питательных сред для культивирования микроорганизмов, используемых в пищевой биотехнологии.</p> <p>Разработка мероприятий по совершенствованию экономических и производственных показателей процесса, обеспечение экономической эффективности биотехнологического производства и получение продукта нужного качества.</p>	
--	---------------	--	--

## 2.2 Примерный перечень вопросов государственного экзамена

1. 1. Объекты биотехнологии. Требования, предъявляемые к микроорганизмам-продуцентам.
2. Значение биотехнологии для различных отраслей народного хозяйства (сельское хозяйство, пищевая промышленность, медицина, энергетика и др.).
3. Сырьевая база биотехнологии. Классификация сырья и питательных субстратов. Принципы составления рецептур питательных сред.
4. Подготовительные и вспомогательные стадии биотехнологических производств: приготовления питательных сред, получение и подготовка посевного материала.
5. Подготовительные и вспомогательные стадии биотехнологических производств: стерилизация питательных сред, оборудования и воздуха; очистка отработанного воздуха.
6. Собственно биотехнологическая стадия: общая характеристика, способы получения целевого продукта на биотехнологической стадии, стадии и кинетика роста микроорганизмов.
7. Классификация процессов ферментации. Кинетические и макростехиометрические характеристики процесса ферментации.
8. Постферментационные стадии биотехнологических производств: отделение биомассы от культуральной жидкости, дезинтеграция клеток, выделение продуктов метаболизма и синтеза.
9. Постферментационные стадии биотехнологических производств: очистка, концентрирование и получение готовой формы продукта.
10. Устройство и основные конструкторские детали ферментеров и биореакторов. Обеспечение теплообмена и массообмена в биореакторах.
11. Системы пеногашения в биореакторах. Системы аэрирования и перемешивания в биореакторах.
12. Специализированные ферментационные технологии: аэробные, анаэробные, газофазные и др.
13. Типы и режимы ферментаций. Периодический и непрерывный методы культивирования микроорганизмов. Выращивание микроорганизмов глубинным методом и методом поверхностных культур. Хемостаты и турбидостаты.
14. Принцип масштабирования технологических процессов: лабораторные, пилотные и промышленные установки.
15. Получение чистой культуры микроорганизмов.
16. Основные типы биотехнологических процессов: производство биомассы, производство аминокислот.
17. Основные типы биотехнологических процессов: производство вторичных метаболитов.
18. Основные типы биотехнологических процессов: биотрансформация.
19. Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов.
20. Иммобилизация клеток микроорганизмов и растений: источники ферментов, преимущества иммобилизованных ферментов, характеристика носителей для иммобилизации ферментов, физическая и химическая иммобилизация ферментов, сохранение стабильности иммобилизованных ферментов, иммобилизация растительных клеток.
21. Типовые приемы и особенности культивирования клеток животных: этапы культивирования клеток животных, способы выращивания клеток животных, среды для выращивания клеток животных.
22. Типовые приемы и особенности культивирования клеток растений: вегетативное размножение растений методом культур тканей, поверхностное культивирование клеток растений, культивирование клеток растений в глубинных условиях, сохранение культур клеток растений. Использование методов генетической инженерии в фитобиотехнологии.
23. Основы клеточной инженерии: протопластирование, слияние протопластов микроорганизмов и растений, межвидовое и межродовое слияние, гибридная технология.
24. Традиционные методы и принципы селекции микроорганизмов. Селекция продуцентов антибиотиков, органических кислот и ферментов.
25. Генетическая инженерия, ее методы и задачи. Получение фрагментов чужеродной ДНК и их очистка. Конструирование рДНК и клонирование генов. Амплификация. Экспрессия генов. Геномная библиотека.
26. Организация, контроль и управление биотехнологическими процессами. Системы GLP, GAP и GMP. Социальные аспекты биотехнологии и биоинженерии. Контроль применения биотехнологических методов. Понятие о биоэтике и безопасности.
27. Клеточная теория. Предпосылки клеточной теории
28. Фундаментальные свойства живой материи. Уровни организации жизни.
29. Биополимеры: белки, их строение и функции.
30. Углеводы: моносахариды, дисахариды, полисахариды, их строение и функции.

## 2.3 Примерные практико-ориентированные задания для государственного экзамена

### Задание № 1.

Задача 1. Определить удельную скорость роста дрожжей, если их масса равна 20 кг, а скорость роста – 0,5 кг/ч.

Задача 2. Определить время удвоения биомассы дрожжей, если их удельная скорость роста равна 0,025 ч<sup>-1</sup>.

Задача 3. Рассчитать экономические коэффициенты процесса выращивания дрожжей при 12-часовом цикле, если за это время было израсходовано 1300 кг мелассы с 55%-м содержанием сахара и получено 975 кг дрожжей. При этом в биореактор для культивирования подавалось воздуха 80 м<sup>3</sup>/час. Калорийность 100 г сахара – 405,5 ккал.

Задача 4. Рассчитать экономические коэффициенты по потреблению азота, фосфора и углерода, если в питательную среду добавляли 52,65 кг (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, 16,84 кг (NH<sub>4</sub>)<sub>2</sub>HPO<sub>4</sub> и 715 кг глюкозы. Получено 975 кг дрожжей.

Задача 5. Продуцентом антибиотика пенициллина является *Penicillium chrisogenum*. На какой стадии роста культуры происходит образование антибиотика?

Задача 6. Поступление питательных веществ в клетку происходит с использованием транспортных систем. Назовите некоторые из них.

Задача 7. Мутантные штаммы микроорганизмов можно получить, не прибегая к методу генетической инженерии. Предложите варианты решения этой проблемы.

Задача 8. При производстве определенного вида биотехнологического продукта предварительно подбирают условия и методы культивирования продуцента. Поясните значение проводимых операций.

Задача 9. Производство шоколада с жидкой начинкой можно считать интересным примером использования ферментов в технике. Ароматная жидкая начинка представляет собой в основном водный раствор сахарозы, обогащенный фруктозой, которая и придает ей сладкий вкус. Техническая проблема заключается в следующем: для приготовления шоколадной оболочки твердую центральную часть нужно окружить горячим расплавленным шоколадом, и в то же время конечный продукт должен содержать под застывшим шоколадом жидкую, богатую 16 фруктозой начинку. Предположите решение этой задачи.

Задача 10. Рассчитайте, какое минимальное число нуклеотидных пар содержится в гене, кодирующем панкреатическую рибонуклеазу (124 аминокислоты). Почему число нуклеотидных пар может оказаться гораздо большим, чем в вашем ответе? С чем связана такая неопределенность?

Задача 11. Если пробирки, содержащие препараты ДНК, выделенные из *E. coli* и из морского ежа будут перепутаны, то, как определить, где какой препарат?

Задача 12. Что характеризует уравнение  $Q = U \cdot A \cdot \Delta T$ . Предложите способы повышения скорости передачи теплоты в биореакторе.

Задача 13. Содержание лизина в рибонуклеазе составляет 10,5 % (по весу). Молекула рибонуклеазы содержит 10 остатков лизина. Рассчитайте молекулярную массу рибонуклеазы.

Задача 14. Сладкий вкус зерен в свежесобранных початках кукурузы обусловлен высоким содержанием в них сахара. Кукуруза, которую продают через несколько дней после сбора, имеет более низкую сахаристость, так как около 50% свободного сахара в зернах превращаются в крахмал в течение одного дня хранения. Чтобы сохранить сладкий вкус свежесобранной кукурузы, очищенные початки помещают на несколько минут в кипящую воду («бланшируют»), а затем охлаждают в холодной воде. Кукуруза, обработанная таким образом и хранящаяся в замороженном виде, сохраняет свой сладкий вкус. В чем биологическая основа этой обработки?

Задача 15. Сколько оборотов вокруг своей оси должна совершить хромосома *E. coli* при раскручивании в процессе репликации?

Задача 16. При микроскопии закваски для производства йогурта обнаруживаются сарцины, стрептококки, бациллы и клостридии. Поясните, к каким морфологическим группам они относятся. Каким морфологическим образованиям они соответствуют?

Задача 17. При анализе кривой роста *E. coli* выявляется ряд фаз. Поясните, что такое lag-фаза и стационарная фаза.

Задача 18. Методами трансдукции и трансформации получают генетически измененные культуры микроорганизмов. Поясните такие понятия как трансформация и трансдукция.

Задача 19. Бактерии характеризуются значительно более высокой скоростью метаболизма по сравнению с животными клетками. Из-за высокой скорости метаболизма бактериям необходимо иметь большую площадь поверхности по отношению к объему клетки. а) Почему максимальная скорость метаболизма должна зависеть от соотношения между поверхностью клетки и ее объемом? б) Рассчитайте отношение площади поверхности клетки к объему у сферической бактерии *Neisseria gonorrhoeae* (диаметром 0,5 мкм), вызывающей гонорею. Сравните полученное значение с отношением поверхности клетки к объему у шаровидной амебы – крупной эукариотической клетки диаметром 150 мкм.

Задача 20. Для культивирования микроорганизмов применяют различные питательные среды. Какие компоненты используют для приготовления МПА и МПБ?

Задача 21. При культивировании анаэробных микроорганизмов возникает проблема создания анаэробноза. Предложите методы решения этой проблемы.

Задача 22. При микробиологическом исследовании воды на плотной питательной среде обнаружен рост *E. coli*. Предложите стандартные варианты оценки качества воды.

Задача 23. Для выделения частиц сухого материала из воздуха, температура которого на выходе из распылительной сушилки составляет 100 °С, рассчитать конструктивные параметры циклона типа ЦН-15, зная, что его производительность должна быть не менее 1500 кг/час. Наименьший размер улавливаемых частиц – 60 мкм.

Задача 24. Молочная сыворотка температурой  $t = 15^{\circ}\text{C}$  подается в емкость для приготовления питательной среды, установленную на отметке 15000 от уровня чистого пола помещения цеха, по трубопроводу с условным проходом  $DN = 50$  мм. Протяженность горизонтальной части трубопровода составляет 72 м. Объемный часовой расход молочной сыворотки – 15 м<sup>3</sup> /час. При расчетах трубу принять гидравлически гладкой, а температуру протекающей по трубе жидкости постоянной. Рассчитать необходимую мощность насоса для перекачки сыворотки, приняв общий КПД насоса 0,65.

Задача 25. Определить объем полученной смеси и время, необходимое для опорожнения рабочего резервуара заквасочной установки типа РЗ-ОЗУ, имеющего следующие размеры внутреннего резервуара: высота – 1800 мм, диаметр – 1100 мм, если по окончании работы он заполнен на 75 % от общего объема (внутреннего резервуара), условный проход патрубка для выпуска рабочей смеси  $DN = 50$  мм. При расчете коэффициент расхода  $\alpha$  принять 0,61 – для отверстий с незакругленными краями.

## 2.4. Рекомендации обучающимся по подготовке к государственному экзамену

Для подготовки к государственному экзамену, обучающемуся необходимо прослушать консультации по темам государственного экзамена, подготовиться к вопросам и заданиям, выносимым на государственный экзамен, ознакомиться с рекомендуемой литературой.

## 2.5 Порядок проведения государственного экзамена

Государственный экзамен по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология Общая биотехнология проводится в устной форме.

В период подготовки к государственному экзамену по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология Общая биотехнология студентам должны быть предоставлены необходимые консультации по вопросам, вошедшим в программу итогового государственного экзамена.

При проведении государственного экзамена по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология Общая биотехнология студенты получают экзаменационные билеты, содержащие три вопроса, включая практико-ориентированные задания, составленные в соответствии с утверждённой программой экзамена.



При подготовке к ответу в устной форме студенты делают необходимые записи по каждому вопросу на выданных секретарём экзаменационной комиссии листах бумаги со штампом соответствующего института. На подготовку к ответу студенту предоставляется не менее 45 минут. В процессе ответа и после его завершения студенту членами экзаменационной комиссии, с разрешения её председателя, могут быть заданы уточняющие и до-полнительные вопросы в пределах программы итогового государственного экзамена по направлению подготовки.

### 3. Выпускная квалификационная работа

#### 3.1 Рекомендации обучающимся по подготовке к написанию и защите выпускной квалификационной работы

Подготовка и защита ВКР	Код компетенции
Постановка целей и задач исследования; определение объекта и предмета исследования; обоснование актуальности выбранной темы ВКР и характеристика современного состояния изучаемой проблемы; характеристика методологического аппарата	ОК-1 ОК-2 ОК-3 ОК-4 ОК-5 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-5 ПК-6
Подбор и изучение основных литературных источников, которые будут использованы в качестве теоретической базы исследования.	ОК-1 ОК-2 ОК-3 ОК-4 ОК-5 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-5 ПК-6
Сбор фактического материала для работы, включая разработку методологии сбора и обработки данных, оценку достоверности результатов и их достаточности для завершения работы над ВКР.	ОК-1 ОК-2 ОК-3

	ОК-4 ОК-5 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-5 ПК-6
Подготовка выводов, рекомендаций и предложений.	ОК-1 ОК-2 ОК-3 ОК-4 ОК-5 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-5 ПК-6
Выступление и доклад по результатам исследования (защита ВКР).	ОК-1 ОК-2 ОК-3 ОК-4 ОК-5 ОК-6 ОПК-1 ОПК-2 ОПК-3 ОПК-4 ОПК-5 ОПК-6 ПК-1 ПК-2 ПК-3 ПК-4 ПК-5 ПК-6

### 3.2 Примерные темы выпускной квалификационной работы

Темы выпускных квалификационных работ рассматриваются на заседании кафедры и, как правило, продолжают тему научно-исследовательской работы

Темы выпускных квалификационных работ утверждаются Ученым советом факультета и размещаются на сайте и (или) информационном стенде для ознакомления обучающимися не позднее, чем на 6 месяцев до даты начала государственной итоговой аттестации

Утверждение тем ВКР и научных руководителей (при необходимости консультант (консультанты)) оформляется приказом ректора Университета не позднее, чем за два месяца до начала ГИА.

По письменному заявлению обучающемуся в установленном порядке может быть предоставлена возможность подготовки и защиты выпускной квалификационной работы по предложенной им теме, в случае обоснования целесообразности ее разработки для практического применения в соответствующей области профессиональной деятельности или на конкретном объекте профессиональной деятельности.

Тема выпускной квалификационной работы должна быть сформулирована таким образом, чтобы в ней максимально конкретно отражалась основная идея работы.

### **Перечень примерных тем выпускных квалификационных работ.**

1. Биологическая очистка сточных вод
2. Биологические средства борьбы с вредителями
3. Биотехнологическая переработка отходов и побочных продуктов сельского хозяйства
4. Биотехнологическая регенерация почв, загрязненных нефтепродуктами и другими экологически неблагоприятными предприятиями
5. Биотехнологические аспекты утилизации отходов агропромышленного комплекса
6. Биотехнологические методы получения вторичных метаболитов растений
7. Биотехнологические, экологические и экономические аспекты утилизации молочной сыворотки
8. Биотехнологическое производство пробиотиков
9. Влияние КВЧ-излучения на растительные и бактериальные культуры
10. Зависимость качества хлебопродуктов от способа культивирования дрожжей
11. Значение биодобавок, микробных стимуляторов и регуляторов роста растений в повышении урожайности сельскохозяйственных культур
12. Использование биотехнологических процессов в молочной, мясной промышленности, при изготовлении пива, кваса, вина, соков и др.
13. Исследование свойств биологически активных веществ
14. Исследование свойств микроорганизмов
15. Исследование свойств продуктов микробного происхождения
16. Исследование свойств сырья животного происхождения
17. Исследование свойств сырья растительного происхождения
18. Математические методы исследования в биотехнологии
19. Методы активации хлебопекарных дрожжей
20. Методы повышения биологической активности антибиотиков

### **3.3. Руководство и консультирование выпускной квалификационной работой**

Координацию и контроль подготовки выпускной квалификационной работы осуществляет научный руководитель, как правило, из числа работников Университета.

В обязанности руководителя выпускной квалификационной работы входит:

- составление и выдача задания на выпускную квалификационную работу;
- определение плана-графика выполнения выпускной квалификационной работы и контроль его выполнения;
- предоставление рекомендаций по подбору и использованию источников и литературы по теме выпускной квалификационной работы;
- оказание помощи в разработке структуры (плана) выпускной квалификационной работы;

- консультирование обучающихся по вопросам выполнения выпускной квалификационной работы согласно установленному плану-графику;
- анализ текста выпускной квалификационной работы и предоставление рекомендаций по его доработке (по отдельным главам (разделам), подразделам и в целом);
- оценка степени соответствия выпускной квалификационной работы требованиям настоящей программы;
- информирование о порядке и содержании процедуры защиты выпускной квалификационной работы (в т. ч. предварительной), о требованиях к обучающемуся;
- консультирование (оказание помощи) в подготовке выступления и подборе наглядных материалов к защите (в т. ч. предварительной);
- содействие в подготовке выпускной квалификационной работы на внутривузовский или иной конкурс студенческих работ (при необходимости);
- составление письменного отзыва о выпускной квалификационной работы, в котором отражается: актуальность выпускной квалификационной работы; степень достижения целей выпускной квалификационной работы; наличие в выпускной квалификационной работы элементов научной, методической и практической новизны; наличие и значимость практических предложений и рекомендаций, сформулированных в выпускной квалификационной работы; правильность оформления выпускной квалификационной работы, включая оценку структуры, стиля, языка изложения, а также использования табличных и графических средств представления информации; обладание автором работы профессиональными знаниями, умениями и навыками; недостатки выпускной квалификационной работы; рекомендация выпускной квалификационной работы к защите.

### **3.4 Требования к объему, структуре и оформлению выпускной квалификационной работы**

Работа представляет собой самостоятельное научное исследование, выполненное по теме, актуальной для современной науки. Основные научные результаты, полученные автором работы, подлежат обязательной апробации путем публикации в научных печатных изданиях, изложенных в докладах на научных конференциях, симпозиумах, семинарах.

Выпускная квалификационная работа содержит обоснование выбора темы исследования, обзор опубликованной литературы по данной теме, изложение полученных результатов экспериментального исследования, выводы и предложения.

Работа сопровождается иллюстрированным материалом, списком литературных источников, включая работы зарубежных и отечественных исследователей последних лет, методическими материалами.

Во время процедуры защиты работ студентом используется мультимедийная и другая техника.

Выпускная квалификационная работа позволяет выявить уровень профессиональной эрудиции выпускника, его методическую подготовленность, владение умениями и навыками профессиональной деятельности; показывает умение кратко, логично и аргументировано излагать материал, оценивать свой вклад в решение проблемы; владение методами математического анализа, что подтверждает достоверность и обоснованность выводов, полученных по результатам исследования.

При экспертизе выпускных квалификационных работ привлекаются внешние рецензенты из числа ведущих специалистов государственных и коммерческих структур, ученые и преподаватели других вузов.

Основные требования по объему, структуре и оформлению выпускной квалификационной работы определены в соответствующих Положениях ТГУ им. Г.Р. Державина.

### **3.5 Порядок проведения защиты выпускной квалификационной работы**

Защита выпускной квалификационной работы проводится в соответствии с утвержденным графиком проведения государственных аттестационных испытаний на заседании экзаменационной комиссии по направлению подготовки.

Защита начинается с доклада студента по теме диссертации. На доклад по бакалаврской работе отводится до 10 минут. Студент должен излагать основное содержание своей выпускной квалификационной работы свободно. В процессе доклада может использоваться компьютерная презентация работы, подготовленный наглядный графический (таблицы, схемы) или иной материал, иллюстрирующий основные положения работы.

После завершения доклада члены ГЭК задают студенту вопросы как непосредственно связанные с темой выпускной квалификационной работы, так и непосредственно к ней не относящиеся. При ответах на вопросы студент имеет право пользоваться своей работой.

При защите работы необходимо наличие рецензии.

После окончания дискуссии студенту предоставляется заключительное слово. В своём заключительном слове студент должен ответить на замечания рецензента.

После заключительного слова студента процедура защиты выпускной квалификационной работы считается оконченной.

#### **4. Проведение государственной итоговой аттестации лицами с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов**

Для обучающихся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов (далее – обучающиеся с ограниченными возможностями здоровья) государственная итоговая аттестация проводится с учетом особенностей их психофизического развития, их индивидуальных возможностей и состояния здоровья (далее – индивидуальные особенности).

При проведении государственной итоговой аттестации обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение государственной итоговой аттестации для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья в одной аудитории совместно с обучающимися, не имеющими ограниченных возможностей здоровья, если это не создает трудностей для обучающихся при прохождении государственной итоговой аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся с ограниченными возможностями здоровья необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с членами Государственной экзаменационной комиссии);
- пользование необходимыми обучающимся с ограниченными возможностями здоровья техническими средствами при прохождении государственной итоговой аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;
- обеспечение возможности беспрепятственного доступа в аудитории, где проводятся государственные аттестационные испытания, туалетные и другие помещения.

По письменному заявлению обучающегося с ограниченными возможностями здоровья продолжительность сдачи государственного аттестационного испытания может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи государственного экзамена, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу на государственном экзамене, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;
- продолжительность выступления обучающегося при защите ВКР - не более чем на 15 минут.

В зависимости от индивидуальных особенностей обучающихся с ограниченными возможностями здоровья Университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении государственного аттестационного испытания:

##### **для слепых:**

- задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются рельефно-точечным шрифтом Брайля или в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно- точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;
- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых.

**для слабовидящих:**

- задания и иные материалы для сдачи государственного аттестационного испытания оформляются увеличенным шрифтом;
- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;
- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

**для глухих и слабослышащих, с тяжелыми нарушениями речи:**

- обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;
- по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в письменной форме.

**для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата (тяжелыми нарушениями двигательных функций верхних конечностей или отсутствием верхних конечностей):**

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;
- по их желанию государственные аттестационные испытания проводятся в устной форме.

Обучающийся с ограниченными возможностями здоровья не позднее, чем за 3 месяца до начала государственной итоговой аттестации подает письменное заявление о необходимости создания для него специальных условий при проведении государственных аттестационных испытаний с указанием индивидуальных особенности.

К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в Университете). В заявлении обучающийся указывает на необходимость (отсутствие необходимости) присутствия ассистента на государственном аттестационном испытании, необходимость (отсутствие необходимости) увеличения продолжительности сдачи государственного аттестационного испытания по отношению к установленной продолжительности (для каждого вида государственной итоговой аттестации).

## **5. Учебно-методическое и информационное обеспечение государственной итоговой аттестации**

### **Основная литература:**

1. 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>
2. Андрусенко, С. Ф., Денисова, Е. В. Биохимия и молекулярная биология : учебно-методическое пособие. - Весь срок охраны авторского права; Биохимия и молекулярная биология. - Ставрополь: Северо-Кавказский федеральный университет, 2015. - 94 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/63077.html>
3. Кильчевский А.В., Хотылева Л.В. Генетические основы селекции растений. В 4 т. Т. 3. Биотехнология в селекции растений. Клеточная инженерия : монография. - Москва: Белорусская наука, 2012. - 489 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850813923.html>

4. Урбанович, О. Ю., Кузмицкая, П. В., Картель, Н. А., Фомина, Е. А., Малышев, С. В., Куликович, С. Н., Луханина, Н. В., Давыденко, О. Г., Лемеш, В. А., Сидоренко, Е. В., Гузенко, Е. В., Хотылева, Л. В., Шимко, В. Е., Гордей, И. А., Аксенова, Е. А., Ярмолинский, Д. В., Орловская, О. А., Адонина, И. Г. Генетические основы селекции растений. Том 4. Биотехнология в селекции растений. Геномика и генетическая инженерия. - Весь срок охраны авторского права; Генетические основы селекции растений. Том 4. Биотехнология в сел. - Минск: Белорусская наука, 2014. - 654 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/29578.html>
5. 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>
6. Ермишин А. П. Генетически модифицированные организмы и биобезопасность : монография. - Минск: Белорусская наука, 2013. - 172 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=231206>
7. Неверова, О. А., Гореликова, Г. А., Позняковский, В. М. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения : учебник. - Весь срок охраны авторского права; Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхожде. - Саратов: Вузовское образование, 2014. - 415 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/4160.html>
8. Петухова Е. В., Крыницкая А. Ю., Канарская З. А. Пищевая микробиология : учебное пособие. - Казань: Казанский научно-исследовательский технологический университет (КНИТУ), 2014. - 117 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=428098>
9. 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>
10. Орехов С.Н. Фармацевтическая биотехнология : рук. к практ. занятиям : учеб. пособие. - 2-е изд., перераб. и доп.. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 419 с.

#### **Дополнительная литература:**

1. Егорова Т.А., Клунова С.М., Живухина Е.А. Основы биотехнологии : Учеб. пособие для вузов. - М.: Академия, 2003. - 208 с.
2. Коничев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология : Учеб. для студ. вузов. - М.: Академия, 2003. - 397 с.
3. Краснюк И.И., Демина Н.Б., Анурова М.Н. Фармацевтическая технология : руководство к практическим занятиям : учеб. пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2018. - 367 с.
4. Лебедев А. Т., Артеменко К. А., Самгина Т. Ю. Основы масс-спектрометрии белков и пептидов : учебное пособие. - Москва: Техносфера, 2012. - 180 с. - Текст : электронный // ЭБС «Университетская библиотека онлайн» [сайт]. - URL: <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=233467>
5. 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. Сбойчаков В. Б., Карапац М. М., Москалев А. В., Клецко Л. И. Микробиология, вирусология и иммунология : рук. к лаб. занятиям : учеб. пособие. - М.: ГЭОТАР-Медиа, 2014. - 319 с.; 319 с.
7. Фаллер Д. М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. - М.: Изд-во Бином-Пресс, 2003. - 268 с.
8. Орехов С.Н. Фармацевтическая биотехнология : учебное пособие. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2013. - 384 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970424995.html>
9. Альбертс Б., Брей Д., Хопкин К., Джонсон А., Льюис Дж., Рэфф М., Робертс К., Уолтер П. Основы молекулярной биологии клетки. - 2-е изд., испр.. - Москва: Лаборатория знаний, [201. - 768 с. : ил., цв. ил., табл.

10. Джей Дж.М., Лёсснер М.Дж., Гольден Д.А. Современная пищевая микробиология : учебное пособие. - Москва: Лаборатория знаний, 2014. - 886 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996313006.html>

#### **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. Биомолекула - <https://biomolecula.ru/>
5. Молбио.ру - <http://molbiol.ru/>
6. Микробиология - <http://microbiology.ucoz.org>
7. Медунивер - <http://meduniver.com>
8. The Microbiology Society - <http://www.microbiologyonline.org.uk>

#### **Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:**

1. IPR BOOKS: электронно-библиотечная система. – 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. Платформа Springer Link. – URL: <https://link.springer.com>
11. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
12. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
13. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
14. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
15. Электронная библиотека ТГУ. – URL: <https://elibrary.tsutmb.ru/>
16. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
17. Электронная библиотека. Образовательная платформа «Юрайт». – URL: <https://biblio-online.ru/book/sud-prisyazhnyh-442275>
18. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>

#### **6. Материально-техническое и программное обеспечение государственной итоговой аттестации**

Для проведения государственной итоговой аттестации вуз располагает следующей материально-технической базой:

- для проведения консультаций, государственного экзамена и защиты выпускных квалификационных работ: аудитории, укомплектованными специализированной мебелью и техническими средствами обучения: видеопроекторным оборудованием для презентаций, средствами звуковоспроизведения, экраном и имеющие выход в сеть Интернет;
- для самостоятельной подготовки к сдаче государственного экзамена и написания выпускной квалификационной работы: читальными залами библиотеки; компьютерным классом.



**Лицензионное программное обеспечение:**

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

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

Операционная система Microsoft Windows 10

7-Zip 9.20

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

**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 во время прохождения последним государственной итоговой аттестации, в том числе во время подготовки к процедуре защиты ВКР и подготовки к сдаче государственного экзамена осуществляется посредством мультимедийных, гипертекстовых, сетевых телекоммуникационных технологий, используемых в электронной информационно-образовательной среде университета.