

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.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ОД.2.2 Промышленная микробиология и биотехнология

Направление подготовки/специальность: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль/направленность/специализация: Общая биотехнология

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2021

Тамбов, 2022

**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 образования и науки РФ от «21» ноября 2014 г. № 1495).

Рабочая программа 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. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	7
3. Объем и содержание дисциплины.....	7
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	11
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	15
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	17
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	18

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ОПК-6 Готовность к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности

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-4 Готовностью к проектированию опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства

### 1.2 Виды и задачи профессиональной деятельности по дисциплине:

#### - 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 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы следующие компетенции:

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	Знания и умения, необходимые для формирования трудового действия / компетенции
	ОПК-6 Готовность к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности	Знает и понимает: этапы организации защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности
		Умеет (способен продемонстрировать): готовить документацию к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
		Владеет: навыками защиты объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности.
	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	Знает и понимает: принципы научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок.
		Умеет (способен продемонстрировать): проводить анализ научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин.
		Владеет: навыками анализа научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин, а также получения патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок.
	ПК-4 Готовностью к проектированию опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства	Знает и понимает: принципы проектирования опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства.
		Умеет (способен продемонстрировать): проектировать опытные, опытно-промышленные и промышленные установки биотехнологического производства.
		Владеет: различными методиками проектирования опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства.

1.4 Согласование междисциплинарных связей дисциплин, обеспечивающих освоение компетенций:

ОПК-6 Готовность к защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очно-заочная (семестр)	
		4	5
1	Преддипломная практика		+
2	Прикладная биотехнология и микробиология	+	

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

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения			
		Очно-заочная (семестр)			
		2	3	4	5
1	Биотехнология биологически активных веществ		+		
2	Биотехнология природопользования		+		
3	Молекулярная биология и генетическая инженерия	+			
4	НИР			+	
5	Новые направления биотехнологии: протеомика, пептидология			+	
6	Основы производства биологических средств защиты растений	+			
7	Преддипломная практика				+
8	Сельскохозяйственная биотехнология			+	
9	Экологическая биотехнология			+	

ПК-4 Готовностью к проектированию опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения	
		Очно-з аочная (семест р)	
		3	4
1	Биотехнология биологически активных веществ	+	
2	Прикладная биотехнология и микробиология		+

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Промышленная микробиология и биотехнология» относится к вариативной части учебного плана ОП по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология.

Дисциплина «Промышленная микробиология и биотехнология» изучается в 3 семестре.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 2 з.е.

Очно-заочная: 2 з.е.

Вид учебной работы	Очно-заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>72</b>
Контактная работа	10
Лекции (Лекции)	4
Практические (Практ. раб.)	6
Самостоятельная работа (СР)	62
Зачет	-

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.			Формы текущего контроля
		Лек ции	Пра кт. раб.	СР	
		О-З	О-З	О-З	
3 семестр					
1	Промышленная биотехнология как научная дисциплина. Цели и задачи промышленной биотехнологии, объекты и методы. Биологические объекты в промышленной биотехнологии.	1	2	14	Собеседование; Тестирование; Контрольная работа

2	Культивирование биологических объектов. Биотехнологические процессы и аппараты.	1	2	16	Собеседование; Тестирование; Контрольная работа
3	Выделение и очистка конечных продуктов биотехнологического производства.	1	2	16	Собеседование; Тестирование; Контрольная работа
4	Промышленные штаммы микроорганизмов. Биосинтез целевых продуктов.	1	-	16	Собеседование; Тестирование; Контрольная работа

### **Тема 1. Промышленная биотехнология как научная дисциплина. Цели и задачи промышленной биотехнологии, объекты и методы. Биологические объекты в промышленной биотехнологии. (ПК-4)**

#### **Лекция.**

Промышленная биотехнология. Биологические объекты в промышленной биотехнологии.

Основные принципы промышленного осуществления биотехнологических процессов. Промышленный био-технологический процесс, в котором для производства коммерческих продуктов используют микроорганизмы, обычно состоит из трех ключевых этапов. Стадии биотехнологического производства. Технология приготовления питательных сред для биосинтеза. Поддержание чистой культуры. Ферментация.

#### **Практическое занятие.**

Практическое занятие. Планирование эксперимента и построение модели на примере выращивания микроорганизмов.

План проведения занятия.

- 1 Сбор и анализ данных по культивированию.
- 2 Выбор факторов (критериев оптимизации).
- 3 Постановка эксперимента по матрице планирования.
- 4 Получение обобщающей зависимости.
- 5 Проверка адекватности модели и значимости коэффициентов.
- 6 Экспериментальная проверка расчетных параметров.
- 7 Оптимизация модели.

Практическое занятие. Фазы роста микробиологических культур и расчет кинетических параметров.

План проведения занятия.

- 1 Приготовить питательную среду для выращивания бактерий.
- 2 Инокулят разлить в 10 ферментационных колб по 100 мл (10 колб для периодической культуры), используя стерильную мерную посуду.
- 3 Колбы установить на качалку.
- 4 Периодически производить отбор проб для измерения оптической плотности культуры на ФЭК и микроскопирования клеток. В колбы, предназначенные для подпитки, через 12, 24 и 36 ч после начала культивирования внести дополнительный субстрат (раствор фруктозы из расчета 10 г/л).
- 5 По результатам эксперимента построить кривые роста культур (по накопления биомассы в культуре) бактерий.

**Задания для самостоятельной работы.**



- 1 Методы определения удельной скорости роста микроорганизмов.
- 2 Периодическое и непрерывное культивирование.
- 3 Модели роста культуры.

## **Тема 2. Культивирование биологических объектов. Биотехнологические процессы и аппараты. (ПК-2)**

### **Лекция.**

Способы и особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов

Особенности культивирования микроорганизмов. Отбор штаммов микроорганизмов и работа с ними. Приготовление посевной микробной культуры. Приготовление и стерилизация питательных сред. Выбор сырьевых источников для конструирования питательных сред. Дифференциация питательных сред по целевому назначению.

Подготовка биореактора к посеву. Выращивание микроорганизмов в реакторе и контроль за процессом культивирования. Периодические и хемотростные системы культивирования микроорганизмов. Хемотростная культура, или метод непрерывного культивирования микроорганизмов. Особенности биотехнологии культивирования вирусов.

### **Практическое занятие.**

Практическое занятие. Типы ферментационных процессов.

План проведения занятия.

- 1 Техника и методы культивирования микроорганизмов.
- 2 Проведение экскурсии и знакомство с типами ферментационных процессов:
- 3 периодическим аэробным жидкофазным;
- 4 проточным в лабораторном ферментере на гетеротрофном субстрате;
- 5 проточным в лабораторном ферментере на газовом субстрате;
- 6 посещение опытного производства биополимеров.

Практическое занятие. Периодическое культивирование микроорганизмов и культивирование с подпиткой субстратом.

План проведения занятия.

Обучение технике культивирования микроорганизмов в режиме периодического процесса.

Ход работы:

1. Приготовить питательную среду для выращивания бактерий: в микробиологическом боксе к 0,5 л основной среды (фосфатный буфер) в стерильных условиях над спиртовкой добавить 2,5 мл стандартного раствора железа, 1,5 мл раствора микроэлементов, 2 мл раствора сульфата магния и требуемый объем раствора хлорида аммония (в 1 мл которого содержится 100 мг соли); углеродный субстрат (из расчета 10 г/л фруктозы).
2. Инокулят разлить в три ферментационные колбы по 100 мл (пять биологических повторностей для периодической культуры и 5 – для культуры с подпиткой субстратом), используя стерильную мерную посуду.
3. Колбы плотно закрыть резиновыми пробками;
4. Колбы подписать (например, 1а, 1б, 1в и т.д.);
5. Измерить исходную оптическую плотность культуры;
6. Колбы установить на качалку;
7. В 5 колб для культивирования с подпиткой субстратом через 12, 24 и 36 ч после начала роста культуры внести добавку углеродного субстрата (из расчета 1-2 г/л л);
8. Периодически производить отбор проб для измерения оптической плотности культуры на ФЭК и микроскопирования клеток.
9. Данные занести в таблицу.
10. По результатам эксперимента построить кривую накопления биомассы культур.

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

- 1 Проточные культуры: хемотрост, турбидостат.

## 2 Проведение процесса ферментации с лимитированием субстрата.

### Тема 3. Выделение и очистка конечных продуктов биотехнологического производства. (ПК-2)

#### Лекция.

Методы выделения и очистки целевого биотехнологического продукта

Завершающая стадия биотехнологического процесса – выделение целевого продукта. Технология выделения и очистки. Сепарация, флотация, фильтрация на пористой фильтрующей перегородке, центрифугирование. Разрушение клеток (дезинтеграция). Выделение целевого продукта из культуральной жидкости. Хромотография, электрофорез, изотохофорез, электрофокусировка,

#### Практическое занятие.

Практическое занятие. Методы анализа содержания основных веществ (общий азот, белок).

План проведения занятия.

Освоение метода определения общего азота в бактериальной биомассе

На аналитических весах отвешивают 40 мг тонкоразмолотой биомассы и переносят в термостойкую пробирку диаметром около 2 см, высотой 20 см и емкостью 40 мл (с точной меткой).

В пробирку приливают по 3 мл концентрированной серной кислоты и по 0,5 мл 30 %-ной перекиси водорода и помещают в баню с песком, установленную на электроплитке. Минерализацию проб проводят при температуре около 400 °С. Для ускорения минерализации органических веществ через 1 ч после начала кипения в пробирку осторожно добавляют еще по 0,5 мл перекиси водорода. Нагревание продолжают до полного обесцвечивания содержимого пробирок.

После окончания озоления пробирку выдерживают еще 15–20 мин для окончания разложения перекиси водорода. Затем в охлажденные пробирки очень осторожно приливают воду – 10 мл.

Содержание пробирок нейтрализуют 10 % раствором NaOH. Конец нейтрализации определяют по посинению лакмусовой бумажки, небольшую полоску которой помещают в пробирку.

Чтобы избежать появления опалесценции раствора, в колбы добавляют по 1 мл 50 % раствора сегнетовой соли и приливают по 2 мл реактива Несслера. Необходимо строго соблюдать порядок добавления

реактивов. Содержимое в пробирках тщательно перемешивают.

В результате реакции между аммиаком и реактивом Несслера раствор окрашивается при малом содержании азота в желтый цвет, при более высоком – в оранжевый. Растворы должны быть совершенно прозрачными. Интенсивность окраски растворов определяют на фотоэлектроколориметре с синим светофильтром.

Вычисление результатов. Содержание азота рассчитывают по калибровочной кривой, для построения которой используют образцовый раствор  $\text{NH}_4\text{Cl}$ . При приготовлении этого раствора 0,382 г химически чистого (х.ч.) перекристаллизованного  $\text{NH}_4\text{Cl}$  растворяют в 1 л бидистиллированной воды и получают исходный раствор с содержанием 0,1 мг азота в 1 мл. Из этого раствора путем десятикратного разведения готовят образцовый раствор с содержанием 0,01 мг азота в 1 мл. Шкалу образцовых растворов готовят со следующими концентрациями (мг азота в колбе емкостью 50 мл): 0,01; 0,02; 0,04; 0,06; 0,08; 0,10; 0,15; 0,20; 0,25.

Практическое занятие. Методы анализа запасных клеточных макромолекул.

План проведения занятия.

Освоение методов определения полисахаров.

Взвесить на аналитических весах 100 мг измельченной высушенной биомассы и поместить в пробирку.

Залить биомассу 20 мл 3 % соляной кислотой и гидролизовать на кипящей водяной бане в течение 3 ч.

После гидролиза остудить пробирки и добавить 3 мл насыщенного раствора уксусного кислого свинца для осаждения белков и 9 мл насыщенного раствора сернокислого натрия для осаждения свинца.

Перенести содержимое пробирки в мерную колбу на 100 мл, сполоснуть пробирки несколькими порциями дистиллированной воды, собрать в мерную колбу и довести объем колбы водой до метки.

В отдельную пробирку отфильтровать раствор через фильтр «синяя лента» и отобрать для анализа 1 мл раствора в чистую пробирку.

К 1 мл отфильтрованного раствора осторожно по стенке пробирки добавить 5 мл антронового реактива (пробирки с пробой предварительно поставить в стакан с холодной водой или на лед) и провести реакцию на кипящей водяной бане в течение 15 мин.

После окончания реакции пробирки охладить под струей холодной воды и провести замер оптической плотности на фотоколориметре в сантиметровой кювете при красном светофильтре против холостой пробы. Холостая проба готовится так: к 1 мл дистиллированной воды добавляется 5 мл антронового реактива и кипятится вместе с пробами на водяной бане.

Расчет содержания общих углеводов проводится по калибровочному графику. Для построения калибровочной кривой используют глюкозу. Результаты оформить в виде таблицы.

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

- 1 В каких условиях роста микроорганизмы синтезируют запасные вещества?
- 2 Какие основные запасные вещества содержат микроорганизмы?
- 3 В чем заключается принцип антронового метода?
- 4 К какому классу органических соединений относятся полигидрокси- алканоаты?
- 5 Каковы основные этапы газо-хроматографического определения содержания полимера в бактериях? Перечислите их.

### **Тема 4. Промышленные штаммы микроорганизмов. Биосинтез целевых продуктов. (ОПК-6)**

#### **Лекция.**

Промышленный биосинтез белковых веществ. Промышленный биосинтез белковых веществ. Особенности возникновения отрасли, современное состояние и перспективы развития. Субстраты I-го поколения для получения белково-витаминных концентратов. Субстраты II-го поколения: углеводороды. Субстраты III-го поколения: особенности получения белка одно-клеточных на спиртах и природном газе.

Производство растворителей и органических кислот. Производство аминокислот. Производство антибиотиков и стероидов. Биотрансформация. Получение ферментов.

Иммобилизованные ферменты. Микробиологические факторы, влияющие на производительность и экономичность процессов. Технологические факторы, влияющие на производительность и экономичность процессов.

#### **Практическое занятие.**

не предусмотрено

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

- 1 Производство растворителей и органических кислот.
- 2 Производство аминокислот.
- 3 Производство антибиотиков и стероидов.
- 4 Биотрансформация.
- 5 Получение ферментов.
- 6 Иммобилизованные ферменты.
- 7 Микробиологические факторы, влияющие на производительность и экономичность процессов. Технологические факторы, влияющие на производительность и экономичность процессов.
- 8 Технология биосинтеза аминокислот, органических кислот, витаминов.

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

#### **4.1. Распределение баллов:**

Балльно-рейтинговые мероприятия не предусмотрены

#### **4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля**

### **Контрольная работа**

Тема 1. Промышленная биотехнология как научная дисциплина. Цели и задачи промышленной биотехнологии, объекты и методы. Биологические объекты в промышленной биотехнологии.

- 1 Производство растворителей и органических кислот.
- 2 Производство аминокислот.
- 3 Производство антибиотиков и стероидов.
- 4 Биотрансформация.
- 5 Получение ферментов.
- 6 Иммобилизованные ферменты.
- 7 Микробиологические факторы, влияющие на производительность и экономичность процессов.
- 8 Технологические факторы, влияющие на производительность и экономичность процессов.
- 9 Технология биосинтеза аминокислот, органических кислот, витаминов.

### **Собеседование**

Тема 1. Промышленная биотехнология как научная дисциплина. Цели и задачи промышленной биотехнологии, объекты и методы. Биологические объекты в промышленной биотехнологии.

- 1 В чем принципиальное отличие проточной культуры от периодической?
- 2 Каковы основные требования к организации проточной ферментации?
- 3 Каковы преимущества проточной культуры?
- 4 Что позволяет техника проточных культур?

Тема 2. Культивирование биологических объектов. Биотехнологические процессы и аппараты.

- 1 Проточные культуры: хемостат, турбидостат.
- 2 Проведение процесса ферментации с лимитированием субстрата.

Тема 3. Выделение и очистка конечных продуктов биотехнологического производства.

- 1 В каких условиях роста микроорганизмы синтезируют запасные вещества?
- 2 Какие основные запасные вещества содержат микроорганизмы?
- 3 В чем заключается принцип антронового метода?
- 4 К какому классу органических соединений относятся полигидрокси- алканоаты?
- 5 Каковы основные этапы газо-хроматографического определения содержания полимера в бактериях? Перечислите их.

Тема 4. Промышленные штаммы микроорганизмов. Биосинтез целевых продуктов.

- 1 Производство растворителей и органических кислот.
- 2 Производство аминокислот.
- 3 Производство антибиотиков и стероидов.
- 4 Биотрансформация.
- 5 Получение ферментов.
- 6 Иммобилизованные ферменты.
- 7 Микробиологические факторы, влияющие на производительность и экономичность процессов.
- 8 Технологические факторы, влияющие на производительность и экономичность процессов.
- 9 Технология биосинтеза аминокислот, органических кислот, витаминов.

### **Тестирование**

Тема 1. Промышленная биотехнология как научная дисциплина. Цели и задачи промышленной биотехнологии, объекты и методы. Биологические объекты в промышленной биотехнологии.

1. Постоянное присутствие специальных штаммов-деструкторов в аэротенках малоэффективно; периодическое внесение их коммерческих препаратов вызвано:

- а) слабой скоростью их размножения
- б) их вытеснением представителями микрофлоры активного ила**
- в) потерей плазмид, в которых локализованы гены окислительных ферментов
- г) проблемами техники безопасности

2. Выделение и очистка продуктов биосинтеза и химсинтеза имеет принципиальные отличия на стадиях процесса:

- а) всех
- б) конечных**
- в) первых
- г) принципиальных различий нет

3. Увеличение выхода целевого продукта при биотрансформации стероида достигается:

- а) при увеличении интенсивности перемешивания
- б) при увеличении интенсивности аэрации**
- в) при повышении температуры ферментации
- г) при исключении микробной контаминации
- д) при увеличении концентрации стероидного субстрата в ферментационной среде

4. Директором (главным инженером) фармацевтического предприятия должен быть согласно требованиям GMP:

- а) инженер – экономист
- б) юрист
- в) провизор
- г) врач**

5. Правила GMP предусматривают производство в отдельных помещениях и на отдельном оборудовании:

- а) пенициллинов
- б) аминогликозидов
- в) тетрациклинов
- г) макролидов
- д) полиенов**

6. Свойство беталактамов, из-за которого их следует, согласно GMP, нарабатывать в отдельных помещениях:

- а) общая токсичность**
- б) хроническая токсичность
- в) эмбриотоксичность
- г) аллергенность

7. GLP регламентирует:

- а) лабораторные исследования**
- б) планирование поисковых работ
- в) набор тестов при предклинических испытаниях
- г) методы математической обработки данных

8. Причина невозможности непосредственной экспрессии гена человека в клетках прокариот:

- а) высокая концентрация нуклеаз
- б) невозможность репликации плазмид
- в) отсутствие транскрипции
- г) **невозможность сплайсинга**

9. Преимущество ИФА перед определением инсулина по падению концентрации глюкозы в крови животных:

- а) меньшая стоимость анализа;
- б) ненужность дефицитных реагентов;
- в) легкость освоения;
- г) **в отсутствии влияния на результаты анализа других белков;**
- д) продолжительность времени анализа.

10. Субстратами рестриктаз, используемых генным инженером, являются:

- а) гомополисахариды
- б) гетерополисахариды
- в) **нуклеиновые кислоты**
- г) белки

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

#### Типовые вопросы зачета (ОПК-6, ПК-2, ПК-4)

- 1 Примеры вопросов по дисциплине «Промышленная биотехнология» для зачета
- 2 Основные принципы микробиологической технологии.
- 3 Биотехнологические процессы и аппараты периодического и непрерывного культивирования.
- 4 Технология производства кормового белка микробиологическими методами.
- 5 Принципиальная технологическая схема производства кормовой биомассы. Сырье, используемое для производства кормового белка.
- 6 Технология производства кормовой биомассы на углеводородном сырье.
- 7 Получение кормового микробного белка на низших спиртах.
- 8 Технология производства кормового белка на гидролизатах растительного сырья.
- 9 Технология производства микробных липидов.

#### Типовые задания для зачета (ОПК-6, ПК-2, ПК-4)

1. 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?
2. При совершенствовании биотехнологического производства активно используется иммобилизация биообъекта. Какие технологические проблемы производства ЛС решает инженерная энзимология?
3. На основании классификации биосинтеза по материальным потокам проведите сравнительную характеристику режимов ферментации в зависимости от целевого продукта биотехнологического производства.

4.4. Шкала оценивания промежуточной аттестации

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

«зачтено»	ОПК-6	Знает в совершенстве особенности подготовки документации по защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности. Свободно владеет навыками подготовки документации по защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности. Ответ построен логично, материал излагается четко, ясно, хорошим языком, аргументировано.
	ПК-2	Знает особенности анализа научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин с целью научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок Умеет анализировать научную и техническую информацию в области биотехнологии и смежных дисциплин с целью научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок Владеет навыками анализа научной и технической информации в области биотехнологии и смежных дисциплин с целью научной, патентной и маркетинговой поддержки проводимых фундаментальных исследований и технологических разработок.
	ПК-4	Готов к проектированию опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства. Отлично умеет анализировать биотехнологические процессы при проектировании вновь строящихся, реконструируемых и действующих предприятий; проведения необходимых расчетов биотехнологического процесса; разрабатывать биотехнологические процессы и обосновывать требования к их ведению в производство.
«не зачтено»	ОПК-6	Не знает особенности подготовки документации по защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности. Не владеет навыками подготовки документации по защите объектов интеллектуальной собственности и коммерциализации прав на объекты интеллектуальной собственности. Неуверенно и логически непоследовательно излагает материал.
	ПК-2	Не владеет элементарными навыками анализа научной и технической информации в области биотехнологии.
	ПК-4	Не имеет представления о работе опытных, опытно-промышленных и промышленных установок биотехнологического производства.

## 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. 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. Сироткин, А. С., Жукова, В. Б. Теоретические основы биотехнологии : учебно-методическое пособие. - 2022-01-18; Теоретические основы биотехнологии. - Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. - 87 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/63475.html>

### 6.2 Дополнительная литература:

1. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 315 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/450147>
2. Нетрусов А. И., Котова И. Б. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 332 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/451769>
3. Емцев В. Т., Мишустин Е. Н. Сельскохозяйственная микробиология : Учебник для вузов. - Москва: Юрайт, 2020. - 197 с. - Текст : электронный // ЭБС «ЮРАЙТ» [сайт]. - URL: <https://urait.ru/bcode/452968>
4. Емцев В.Т., Мишустин Е.Н. Сельскохозяйственная микробиология : практическое пособие. - Москва: Юрайт, 2019. - 204, [1] с.
5. Назаренко Л.В., Долгих Ю.И., Загоскина Н.В., Ралдугина Г.Н. Биотехнология растений : учебник и практикум для бакалавриата и магистратуры. - 2-е изд., испр. и доп.. - Москва: Юрайт, 2019. - 160, [1] с.

### 6.3 Иные источники:

1. Молбио.ру - <http://molbiol.ru/>
2. Классическая и молекулярная биология - <http://molbiol.ru/>
3. Биомолекула - <https://biomolecula.ru/>
4. Русский медицинский сервер - <http://www.rusmedserv.com>
5. Микробиология - <http://microbiology.ucoz.org>
6. Медунивер - <http://meduniver.com>
7. The Microbiology Society - <http://www.microbiologyonline.org.uk>

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

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

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

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

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

Лицензионное программное обеспечение:

Операционная система Microsoft Windows 10

7-Zip 9.20

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

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

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

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. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
4. Государственная информационная система «Национальная электронная библиотека» . – URL: <https://rusneb.ru>
5. Научная электронная библиотека «КиберЛенинка». – URL: <https://cyberleninka.ru>
6. Научная электронная библиотека eLIBRARY.ru. – URL: <https://elibrary.ru>
7. Научная электронная библиотека Российской академии естествознания. – URL: <https://www.monographies.ru>
8. Платформа Nature . – URL: <https://www.nature.com/siteindex>
9. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>
10. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
11. Федеральный портал «Российское образование». – URL: <https://www.edu.ru>
12. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
13. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>

14. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>

15. Юрайт: 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.