

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  
«04» июля 2022 г.

## **РАБОЧАЯ ПРОГРАММА**

по дисциплине Б1.В.ДВ.04.2 Управляемое культивирование микроорганизмов

Направление подготовки/специальность: 19.04.01 - Биотехнология

Профиль/направленность/специализация: Общая биотехнология

Уровень высшего образования: магистратура

Квалификация: Магистр

год набора: 2022

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 «10» августа 2021 г. № 737).

Рабочая программа принята на заседании Кафедры биологии и биотехнологии «28» июня 2022 г. Протокол № 8

Рассмотрена и одобрена на заседании Ученого совета Института естествознания, Протокол от «04» июля 2022 г. № 12.

## СОДЕРЖАНИЕ

1. Цели и задачи дисциплины.....	4
2. Место дисциплины в структуре ОП Магистра.....	5
3. Объем и содержание дисциплины.....	5
4. Контроль знаний обучающихся и типовые оценочные средства.....	10
5. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля).....	19
6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины.....	21
7. Материально-техническое обеспечение дисциплины, программное обеспечение, профессиональные базы данных и информационные справочные системы.....	22

## 1. Цели и задачи дисциплины

### 1.1 Цель дисциплины – формирование компетенций:

ПК-1 Способен разрабатывать предложения по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений

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

- научно-исследовательский

1.3 Дисциплина ориентирована на подготовку обучающихся к профессиональной деятельности в сфере: 01 Образование и наука (в сферах: реализации образовательных программ профессионального образования, высшего образования и дополнительных профессиональных программ; научных исследований)

### 1.4 В результате освоения дисциплины у обучающихся должны быть сформированы:

Обобщенные трудовые функции / трудовые функции / трудовые или профессиональные действия (при наличии профстандарта)	Код и наименование компетенции ФГОС ВО, необходимой для формирования трудового или профессионального действия	Индикаторы достижения компетенций
	ПК-1 Способен разрабатывать предложения по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений	Планирует и проводит эксперименты с культурами микроорганизмов. Анализирует и интерпретирует полученные данные

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

ПК-1 Способен разрабатывать предложения по совершенствованию биотехнологий БАВ с использованием микробиологического синтеза и биотрансформации микроорганизмов, клеточных культур животных и растений

№ п/п	Наименование дисциплин, определяющих междисциплинарные связи	Форма обучения					
		Очная (семестр)			Очно-заочная (семестр)		
		1	2	4	1	2	3
1	Биомедицина и биофармацевтика		+		+		
2	Биотехнология биологически активных веществ		+			+	
3	Биотехнология дрожжей и мицелиальных грибов		+			+	

4	Культивирование растительных клеток и тканей in vitro		+			+	
5	Молекулярная биология и генетическая инженерия	+			+		
6	Пищевая биотехнология			+			+

## 2. Место дисциплины в структуре ОП магистратуры:

Дисциплина «Управляемое культивирование микроорганизмов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений, учебного плана ОП по направлению подготовки 19.04.01 - Биотехнология.

Дисциплина «Управляемое культивирование микроорганизмов» изучается в 4, 3 семестрах.

## 3. Объем и содержание дисциплины

3.1. Объем дисциплины: 3 з.е.

Очная: 3 з.е.

Очно-заочная: 3 з.е.

Вид учебной работы	Очная (всего часов)	Очно-заочная (всего часов)
<b>Общая трудоёмкость дисциплины</b>	<b>108</b>	<b>108</b>
Контактная работа	80	22
Лекции (Лекции)	32	10
Практические (Практ. раб.)	48	12
Самостоятельная работа (СР)	28	86
Зачет	-	-

## 3.2. Содержание курса:

№ темы	Название раздела/темы	Вид учебной работы, час.						Формы текущего контроля
		Лекции		Практ. раб.		СР		
		О	О-3	О	О-3	О	О-3	
4 семестр								
1	Моделируемый объект – клеточная популяция.	8	2	8	2	4	14	Опрос
2	Экспоненциальная фаза роста клеточных культур.	8	2	8	2	4	14	Опрос; Тестирование
3	Ингибирование и активация клеточного роста. Кинетика клеточного роста в переходном состоянии.	8	2	8	2	4	14	Опрос

4	Кинетика тепловой гибели клеток и спор. Неструктурированные модели клеточного роста в периодических процессах	-	-	8	2	6	14	Опрос; Тестирование
5	Структурированные модели кинетики клеточного роста. Оптимизация клеточного роста.	8	4	8	2	6	14	Опрос
6	Кинетика образования популяциями клеток продуктов метаболизма. Сегрегированные модели кинетики клеточного роста и образования продуктов метаболизма.	-	-	8	2	4	16	Опрос; Тестирование

### Тема 1. Моделируемый объект – клеточная популяция. (ПК-1)

#### Лекция.

Историческое развитие культивирования микроорганизмов. Работы Л. Пастера, М. Ролэна, Р. Коха и других ученых по созданию и совершенствованию методов культивирования и изучению потребностей клеток микроорганизмов, относящихся к разным таксономическим группам.

Актуальность применения культур микроорганизмов в различных областях биологии, медицины и сельского хозяйства. Возможность их использования в решении ряда биологических проблем. Роль микроорганизмов в биотехнологии при производстве биологически активных веществ; применение их в генетической, медицинской, фармакологической практике, в сельском хозяйстве и др.

#### Практическое занятие.

Основные типы оборудования для культивирования микроорганизмов

План проведения занятия.

- 1 Аппаратура.
- 2 Питание микроорга-низмов. Питательные среды, их приготовление и стерилизация.
- 3 Методы культивирования микроорганизмов: поверхностный, глубинный, периодический, непрерывный, объемно-доливной и метод продления периодической культуры, управляемое культивирование.

#### Задания для самостоятельной работы.

Роль микроорганизмов в биотехнологии при производстве биологически активных веществ; применение их в генетической, медицинской, фармакологической практике, в сельском хозяйстве и др.

### Тема 2. Экспоненциальная фаза роста клеточных культур. (ПК-1)

#### Лекция.

Аппараты для очистки воды, используемой для приготовления питательных сред или мытья культуральной посуды. Их характеристика и возможности получения сверхчистой и общелабораторной воды. Приборы, аппараты и реактивы для мытья и стерилизации посуды, обеспечивающие выполнение всех этапов технологического процесса: сушильные шкафы с принудительной продувкой горячим воздухом, паровые или воздушные стерилизаторы и т. д. Приборы для дозирования, разведения и пробоотбора. Автоматические и полуавтоматические дозаторы-диллюторы, пипетки и т. п. Основные требования, предъявляемые к такого рода приборам. Устройства для приготовления питательных сред. Основные требования, предъявляемые к питательным средам для клеточных культур. Установки для стерилизующей фильтрации жидких питательных сред. Микро- и ультрафильтрация питательных сред. Боксовые помещения и ламинар-боксы. Их типы, обустройство и значение. Лабораторные термостаты. Специальные требования, предъявляемые к лабораторным термостатам для культивирования микроорганизмов, и типы их конструкций. СО<sub>2</sub>-инкубаторы и аэраторы. Необходимость и значение их использования. Аппараты для массового культивирования клеток, обеспечивающие принудительное перемешивание и аэрацию питательных сред с помещенными в них культурами микроорганизмов. Лабораторные встряхиватели и роллерные установки, их типы, режимы работы и значение для культивирования клеток. Лабораторные и промышленные ферментеры. Их назначение, типы, конструкция и области применения. Специфические особенности работы с ферментерами. Проблемы пенообразования и пеногашения. Хемостаты, турбидостаты и другие способы управления процессом культивирования микроорганизмов. Культуральная посуда. Особые требования к свойствам поверхности и материалу изделий из стекла и пластика, предназначенных для культивирования микробных клеток. Специальная культуральная посуда: флаконы, колбы, матрасы, чашки Петри, платы, роллерные сосуды, пробирки, пипетки и т. д. Области применения стеклянной и пластиковой посуды. Основные подходы, способы и степень подготовки посуды к культивированию микроорганизмов.

### **Практическое занятие.**

Количественная характеристика культур и штаммов: скорость роста; экономический коэффициент или выход биомассы.

План проведения занятия.

- 1 Динамика роста культуры микроорганизмов и характерные особенности каждой фазы.
- 2 Параметры роста: скорость роста, урожай клеток, время генерации, длительность лаг-фазы, экономический и метаболический коэффициенты и др.
- 3 Физические, химические и биологические факторы, влияющие на эффективность процесса культивирования микроорганизмов.
- 4 Параметры, определяющие продолжительность стадии адаптации клеток микроорганизмов к новым условиям культивирования.

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

- 1 Специфические особенности работы с ферментерами.
- 2 Проблемы пенообразования и пеногашения.
- 3 Хемостаты, турбидостаты и другие способы управления процессом культивирования микроорганизмов.
- 4 Культуральная посуда.
- 5 Особые требования к свойствам поверхности и материалу изделий из стекла и пластика, предназначенных для культивирования микробных клеток.

## **Тема 3. Ингибирование и активация клеточного роста. Кинетика клеточного роста в переходном состоянии. (ПК-1)**

### **Лекция.**

Принципы составления питательных сред. Основные типы и состав питательных сред для культивирования микроорганизмов различных таксономических групп. Основные питательные потребности клеток. Качественное и количественное содержание всех необходимых компонентов, обеспечивающих оптимальное развитие микробных клеток, полученных из различных источников. Преимущества и недостатки разных типов питательных сред. Подбор состава питательных сред с учетом типов питания культивируемых микроорганизмов. Особенности питательных сред, предназначенных для динамического и стационарного культивирования. Влияние условий культивирования на жизнедеятельность микроорганизмов. Способы оптимизации условий, обеспечивающие максимальный уровень продукции биомассы и микробных метаболитов. Потребность в кислороде и аэрация.

#### **Практическое занятие.**

Ингибирование и активация клеточного роста. Кинетика клеточного роста в переходном состоянии.

План проведения занятия.

- 1 Особенности питательных сред, предназначенных для динамического и стационарного культивирования.
- 2 Влияние условий культивирования на жизнедеятельность микроорганизмов.
- 3 Способы оптимизации условий, обеспечивающие максимальный уровень продукции биомассы и микробных метаболитов.
- 4 Потребность в кислороде и аэрация.

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

- 1 Основные питательные потребности клеток.
- 2 Качественное и количественное содержание всех необходимых компонентов, обеспечивающих оптимальное развитие микробных клеток, полученных из различных источников.
- 3 Преимущества и недостатки разных типов питательных сред.

### **Тема 4. Кинетика тепловой гибели клеток и спор. Неструктурированные модели клеточного роста в периодических процессах (ПК-1)**

#### **Лекция.**

не предусмотрено

#### **Практическое занятие.**

Выяснение влияния условий культивирования на характер роста бактерий.

План проведения занятия.

- 1 Динамика роста культуры микроорганизмов и характерные особенности каждой фазы. Параметры роста: скорость роста, урожай клеток, время генерации, длительность лаг-фазы, экономический и метаболический коэффициенты и др. Физические, химические и биологические факторы, влияющие на эффективность процесса культивирования микроорганизмов. Параметры, определяющие продолжительность стадии адаптации клеток микроорганизмов к новым условиям культивирования.
- 2 Физические, химические и биологические факторы, влияющие на эффективность процесса культивирования микроорганизмов.
- 3 Параметры, определяющие продолжительность стадии адаптации клеток микроорганизмов к новым условиям культивирования.

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

Динамика роста культуры микроорганизмов и характерные особенности каждой фазы.

### **Тема 5. Структурированные модели кинетики клеточного роста. Оптимизация клеточного роста. (ПК-1)**

#### **Лекция.**



Поверхностное культивирование микроорганизмов. Возможности и особенности культивирования микроорганизмов различных групп поверхностным способом. Суспензионное, глубинное культивирование. Создание суспензионных культур. Возможности и особенности культивирования микроорганизмов различных групп в жидких питательных средах. Периодическое культивирование микроорганизмов и его достоинства и недостатки. Подходы, позволяющие продлить время существования периодических культур. Использование периодических культур в промышленных технологиях и лабораторной практике. Разновидности периодического культивирования микроорганизмов. Многоциклическое и многостадийное культивирование. Непрерывное культивирование как наиболее прогрессивный процесс культивирования клеток микроорганизмов. Особенности и возможности, достоинства и недостатки культивирования микробных клеток проточным способом. Отличительные признаки хемотропного и турбидостатного культивирования. Разновидности способов управления процессом культивирования микроорганизмов по принципу турбидостата. Методы создания и биологические свойства синхронных культур микроорганизмов. Управляемое культивирование микроорганизмов с заданными свойствами.

### **Практическое занятие.**

Структурированные модели кинетики клеточного роста. Оптимизация клеточного роста.

План проведения занятия.

- 1 Поверхностное культивирование микроорганизмов.
- 2 Возможности и особенности культивирования микроорганизмов различных групп поверхностным способом. Суспензионное, глубинное культивирование.
- 3 Возможности и особенности культивирования микроорганизмов различных групп в жидких питательных средах.

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

- 1 Разновидности периодического культивирования микроорганизмов.
- 2 Многоциклическое и многостадийное культивирование.
- 3 Непрерывное культивирование как наиболее прогрессивный процесс культивирования клеток микроорганизмов.
- 4 Методы создания и биологические свойства синхронных культур микроорганизмов.
- 5 Управляемое культивирование микроорганизмов с заданными свойствами.

## **Тема 6. Кинетика образования популяциями клеток продуктов метаболизма.**

### **Сегрегированные модели кинетики клеточного роста и образования продуктов метаболизма. (ПК-1)**

#### **Лекция.**

не предусмотрено

### **Практическое занятие.**

Условия и частота пересевов микроорганизмов в зависимости от особенностей их жизнедеятельности.

План проведения занятия.

- 1 Возможности длительного поддержания в жизнеспособном состоянии культур микроорганизмов с сохранением таксономических и других важных признаков. Периодические пересевы микробных клеток на питательные среды. Условия и частота пересевов микроорганизмов в зависимости от особенностей их жизнедеятельности. Поддержание клеток между пересевами. Преимущества и недостатки периодических пересевов. Хранение микроорганизмов под минеральным маслом. Минеральное масло. Выбор условий для хранения микроорганизмов различных таксономических групп. Преимущества и недостатки данного метода. Хранение клеток в лиофилизированном состоянии. Условия получения и хранения лиофилизированных культур. Защитные среды и режимы лиофилизации. Преимущества и недостатки данного метода. Хранение микробных клеток при низких и сверхнизких температурах. Криоконсервация. Криопротекторы и условия хранения. Преимущества и недостатки данного метода.
- 2 Периодические пересевы микробных клеток на питательные среды.

- 3 Поддержание клеток между пересевами.
- 4 Преимущества и недостатки периодических пересевов.

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

- 1 Хранение клеток в лиофилизированном состоянии.
- 2 Условия получения и хранения лиофилизированных культур.
- 3 Защитные среды и режимы лиофилизации.
- 4 Преимущества и недостатки данного метода.

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

##### **4.1. Распределение баллов:**

##### **4 семестр**

- посещаемость – 10 баллов
- текущий контроль – 60 баллов
- контрольные срезы – 3 среза по 10 баллов каждый
- премиальные баллы – 20 баллов

##### **Распределение баллов по заданиям:**

№ те мы	Название темы / вид учебной работы	Формы текущего контроля / срезы	Мах. кол-во баллов	Методика проведения занятия и оценки
1.	Моделируемый объект – клеточная популяция.	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>5-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-4 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>

2.	Экспоненциальная фаза роста клеточных культур.	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>5-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-4 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		<b>Тестирование(контрольный срез)</b>	10	<p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>7-10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>4-6 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>1-3 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает.</p>

3.	Ингибирование и активация клеточного роста. Кинетика клеточного роста в переходном состоянии.	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>5-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-4 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
----	--	-------	----	---

4.	Кинетика тепловой гибели клеток и спор. Неструктурированные модели клеточного роста в периодических процессах	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>5-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-4 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Тестирование(контрольный срез)	10	<p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>7-10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>4-6 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>1-3 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает.</p>

5.	Структурированные модели кинетики клеточного роста. Оптимизация клеточного роста.	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>5-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-4 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
----	--	-------	----	---

6.	Кинетика образования популяциями клеток продуктов метаболизма. Сегрегированные модели кинетики клеточного роста и образования продуктов метаболизма.	Опрос	10	<p>Устный опрос может применяться в различных формах: фронтальный, индивидуальный, комбинированный. Основные качества устного ответа подлежащего оценке:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильность ответа по содержанию;</li> <li>- полнота и глубина ответа;</li> <li>- сознательность ответа;</li> <li>- логика изложения материала;</li> <li>- рациональность использованных приемов и способов решения поставленной учебной задачи;</li> <li>- своевременность и эффективность использования наглядных пособий и технических средств при ответе;</li> <li>- использование дополнительного материала;</li> <li>- рациональность использования времени, отведенного на задание.</li> </ul> <p>8-10 баллов – студент умеет сопоставить полученную при подготовке к практическому занятию информацию, сравнивать разные точки зрения на анализируемую проблему, уметь четко формулировать свои вопросы и отвечать на задаваемые ему вопросы, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования</p> <p>5-7 балла - студент умеет применять полученную при подготовке к практическому занятию информацию, отвечать на большинство вопросов, вести дискуссию с использованием терминологии современной социологии образования.</p> <p>1-4 балла – студент владеет теоретическим материалом по теме практического занятия, иногда затрудняется при ответе на вопросы, не умеет сформулировать свою точку зрения на обсуждаемую проблему</p> <p>Если студент не владеет проблематикой практического занятия, не может отвечать на вопросы, зачитывает ответ по напечатанному тексту – ответ баллами не оценивается.</p>
		Тестирование(контрольный срез)	10	<p>Тест состоит из 15 вопросов.</p> <p>7-10 баллов – студент правильно отвечает на 75-100% вопросов в тесте</p> <p>4-6 баллов – студент правильно отвечает на 50-74% вопросов в тесте</p> <p>1-3 балл – студент правильно отвечает на 25-50% вопросов в тесте.</p> <p>Менее 25% правильных ответов баллов не дает.</p>
7.	Посещаемость		10	Студент посетил все 100% занятий
8.	Премияльные баллы		20	Премияльные баллы: прохождение онлайн-курса – 20 баллов
9.	Индивидуальные задания, с помощью которых можно набрать дополнительные баллы		90	Добор: студент может предоставить все задания текущего контроля и контрольные срезы
10.	Итого за семестр		100	

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

100-балльная система	Традиционная система
50 - 100 баллов	Зачтено
0 - 49 баллов	Не зачтено

#### 4.2 Типовые оценочные средства текущего контроля

## Опрос

### Тема 1. Моделируемый объект – клеточная популяция.

- 1 Ферментеры. Типы и устройство ферментеров.
- 2 Особенности и проблемы культивирования клеток в биореакторах. Пенообразование и пеногашение.
- 3 Боксовые помещения и стерильные рабочие места. Типы конструкций, оснащение и требования к работе.
- 4 Возможность использования при культивировании разных типов клеток.
- 5 Лабораторные термостаты, аэраторы и инкубаторы. Типы конструкций и возможности применения для разных типов клеток.
- 6 Аппараты для массового культивирования клеток. Типы, режимы работы и возможности использования для культивирования клеток.
- 7 Культуральная посуда.
- 8 Особые требования к свойствам поверхности и материалу изделий из стекла и пластика.
- 9 Специальная культуральная посуда. Области применения и возможность использования.
- 10 Аппараты для очистки воды, характеристика и возможности получения сверхчистой и общелабораторной
- 11 Характеристика основных типов культивируемых клеток микроорганизмов.
- 12 Сравнительная характеристика питательных потребностей культивируемых клеток микроорганизмов.
- 13 Характерные особенности качественной и количественной оценки основных параметров роста клеточной культуры.
- 14 Возможности культивирования клеток разных типов в известных культуральных системах.

## Тестирование

### Тема 2. Экспоненциальная фаза роста клеточных культур.

L-формы бактерий:

- =а)Бактерии, утратившие клеточную стенку, но сохранившие способность к размножению
- б)Не патогенны для человека
- с)Окружены пептидогликаном
- д)Имеют наружную мембрану
- е)Предназначены для сохранения вида

2. Цитоплазматическая мембрана:

- а)Образуется под воздействием пенициллина
- б)Защищает клетку от кислот и щелочей
- = с)Трехслойная структура
- д)Слизистое образование
- е)Образуется при воздействии неблагоприятных факторов

3. Значение спор у бацилл:

- а)Размножение
- =б)Сохранение вида в неблагоприятных условиях
- с)Накопление дополнительных питательных веществ
- д)Признаки дегенерации клетки
- е)Защищает от иммунной системы макроорганизма
- е)Сантиметры



4. Для морфологии и строения грибов характерно:

- a) Отсутствие клеточной стенки
- =b) Образование мицелия
- c) Образование капсулы
- d) Диффузно расположенная ядерная субстанция
- e) Наличие жировосковых веществ

5. Заслуги Пастера в микробиологии

- a) Открытие вирусов
- =b) Разработка пастеризации
- c) Открытие возбудителя туберкулеза
- d) Воспроизвел экспериментальный сифилис
- e) Открытие возбудителя холеры

6. Морфология спирохет:

- a) Шаровидные
- b) Нитевидные
- c) Палочковидные
- d) Конусовидные
- = e) Извитые

7. Основной таксономический метод окраски бактерий:

- a) По Нейссеру
- =b) По Граму
- c) По Морозову
- d) По Леффлеру
- e) По Бурри-Гинсу

8. Функции цитоплазматической мембраны:

- a) Обеспечивает адгезию микроорганизмов
- b) Не содержит дыхательные цепи
- c) Не образует мезосомы
- d) Является носителем генетической информации
- = e) Осуществляет транспорт питательных веществ в клетку

9. К жидким питательным средам относят:

- a) Мясопептонный агар
- b) Среда Эндо
- c) Кровяной агар
- =d) Мясопептонный бульон
- e) Желточно-солевой агар

10. Впервые бактериологический метод применил:

- a) Л. Пастер
- =b) Р. Кох
- c) И. Мечников
- d) А. Ван-Левенгук
- e) К. Эберт

11.Рибосомы:

- а)Служат центром для запаса питательных веществ
- б)являются производными цитоплазматической мембраны
- = в)являются центром синтеза белка
- д)служат для сохранения вида
- е)сохраняют клетку от неблагоприятных воздействий

12.По источнику энергии среди бактерий различают:

- =а)Фототрофы
- б)Метатрофы
- с)Органотрофы
- д)Аэробы
- е)Аутотрофы

13.Термостат предназначен для:

- =а)Культивирования микроорганизмов
- б)Стерилизации питательных сред
- с)Обезвреживания отработанной культуры
- д)Получения дистиллированной воды
- е)Лиофильной сушки

14. Для облигатных анаэробов характерно:

- =а)Погибают в присутствии кислорода
- б)Содержат цитохромы
- с)При действии кислорода образуется вода, которая губит клетку
- д)Для роста необходим солнечный свет
- е)Окисляют глюкозу до углекислого газа и воды

15.Экзоферменты у микроорганизмов:

- а)Ассимилируются во внутренней среде
- б)Локализуются в цитоплазме клетки
- с)Находятся в периплазматическом пространстве
- д)Локализуются в цитоплазматической мембране
- = е)Выделяются в окружающую среду

4.3 Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета

### **Типовые вопросы зачета (ПК-1)**

- 1 Ферментеры. Типы и устройство ферментеров. Особенности и проблемы культивирования клеток в биореакторах. Пенообразование и пеногашение.
- 2 Боксовые помещения и стерильные рабочие места. Типы конструкций, оснащение и требования к работе. Возможность использования при культивировании разных типов клеток.
- 3 Лабораторные термостаты, аэраторы и инкубаторы. Типы конструкций и возможности применения для разных типов клеток.
- 4 Аппараты для массового культивирования клеток. Типы, режимы работы и возможности использования для культивирования клеток.

- 5 Культуральная посуда. Особые требования к свойствам поверхности и материалу изделий из стекла и пластика. Специальная культуральная посуда. Области применения и возможность использования.
- 6 Аппараты для очистки воды, характеристика и возможности получения сверхчистой и общелабораторной воды. Приборы, аппараты и реактивы для мытья и стерилизации посуды.
- 7 Получение и культивирование протопластов грибов. Питательные среды и условия. Реверсия грибных протопластов.
- 8 Получение и культивирование бактериальных протопластов. Питательные среды и условия. Реверсия бактериальных протопластов.
- 9 Характеристика основных типов культивируемых клеток микроорганизмов.
- 10 Сравнительная характеристика питательных потребностей культивируемых клеток микроорганизмов.
- 11 Характерные особенности качественной и количественной оценки основных параметров роста клеточной культуры.
- 12 Возможности культивирования клеток разных типов в известных культуральных системах.
- 13 Особенности поверхностного способа культивирования клеток микроорганизмов.
- 14 Сравнительная характеристика содержания основных фаз развития популяции клеток.
- 15 Возможности суспензионного культивирования микроорганизмов.
- 16 Сравнительная характеристика периодического и непрерывного процессов культивирования клеток.

#### **Типовые задания для зачета (ПК-1)**

- 1 Сравните кривые роста микроорганизмов при получении первичных и вторичных метаболитов в биотехнологическом производстве.
- 2 Как известно, производство витамина В12 относится к чисто биотехнологическому способу его получения, когда в качестве продуцента данного витамина используются пропионовые бактерии. Предложите оптимальный метод ферментации и условий ее проведения.
- 3 Для эффективного проведения биотехнологического процесса большое значение имеет питательная среда, в которой микроорганизмы-продуценты БАВ используют в качестве источника азота различные азотсодержащие соединения, содержащие аминный азот или ионы аммония. Какие условия проведения ферментации по источнику азота при получении антибиотиков будут являться оптимальными?
- 4 В процессе биосинтеза антибиотиков большое значение имеет содержание углерода, азота и фосфора в питательной среде. Как влияет изменение содержания этих веществ на процесс биосинтеза вторичных метаболитов, и на процесс ферментации в целом?

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

Оценка	Компетенции	Дескрипторы (уровни) – основные признаки освоения (показатели достижения результата)
«зачтено» (50 - 100 баллов)	ПК-1	Имеет высокий уровень знаний по дисциплине, прослеживает междисциплинарные связи. Владеет методами экспериментальной работы с культурами микроорганизмов
«не зачтено» (0 - 49 баллов)	ПК-1	Имеет низкий уровень знаний по дисциплине, не прослеживает междисциплинарные связи. Не владеет методами экспериментальной работы с культурами микроорганизмов

### **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. 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.
3. Шуваева, Г. П., Свиридова, Т. В., Корнеева, О. С., Мальцева, О. Ю., Мещерякова, О. Л., Мотина, Е. А. Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика) : учебное пособие. - 2023-09-29; Микробиология с основами биотехнологии (теория и практика). - Воронеж: Воронежский государственный университет инженерных технологий, 2017. - 316 с. - Текст : электронный // IPR BOOKS [сайт]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru/70810.html>

### **6.2 Дополнительная литература:**

1. Воробьев А.А. Медицинская микробиология, вирусология и иммунология : учебник для студентов мед. вузов. - 2-е изд., испр. и доп.. - М.: МИА, 2012. - 704 с.
2. 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>
3. 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>

4. Зверев В.В., Бойченко М.Н. Основы микробиологии и иммунологии : учебник. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 368 с. - Текст : электронный // ЭБС «Консультант студента вуза и медвуза [сайт]. - URL: <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970450468.html>

### 6.3 Иные источники:

1. Молбио.ру - <http://molbiol.ru/>
2. Русский медицинский сервер - <http://www.rusmedserv.com>
3. Микробиология - <http://microbiology.ucoz.org>
4. Медунивер - <http://meduniver.com>
5. The Microbiology Society - <http://www.microbiologyonline.org.uk>

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

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

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

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

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

Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение:

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

7-Zip 9.20

Операционная система Microsoft Windows 10

Microsoft Office Профессиональный плюс 2007

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

Профессиональные базы данных и информационные справочные системы:

1. Цифровой образовательный ресурс IPR SMART. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>
2. Scopus: база данных . – URL: <https://www.scopus.com>
3. Web of Science: политематическая реферативно-библиографическая и наукометрическая база данных . – URL: <https://apps.webofknowledge.com>
4. Архив научных журналов зарубежных издательств. – URL: <https://arch.neicon.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. Официальный сайт Фонда общественного мнения. – URL: <https://fom.ru>
9. Платформа Nature . – URL: <https://www.nature.com/siteindex>
10. Президентская библиотека имени Б.Н. Ельцина. – URL: <https://www.prilib.ru>
11. Российская государственная библиотека. – URL: <https://www.rsl.ru>
12. Российская национальная библиотека. – URL: <http://nlr.ru>

13. Университетская библиотека онлайн: электронно-библиотечная система. – URL: <https://biblioclub.ru>
14. Федеральный портал «Российское образование». – URL: <https://www.edu.ru>
15. ЭБС «Университетская библиотека онлайн» . – URL: <http://www.biblioclub.ru>
16. Электронная библиотека РФФИ. – URL: <https://www.rfbr.ru/rffi/ru/library>
17. Электронный каталог Фундаментальной библиотеки ТГУ. – URL: <http://biblio.tsutmb.ru/elektronnyij-katalog>
18. 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.