
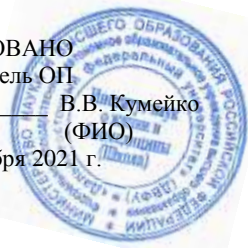





МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования  
**«Дальневосточный федеральный университет»**  
(ДВФУ)  
ИНСТИТУТ НАУК О ЖИЗНИ И БИОМЕДИЦИНЫ (ШКОЛА)

СОГЛАСОВАНО  
Руководитель ОП  
  
(подпись) В.В. Кумейко  
«20» декабря 2021 г. (ФИО)



УТВЕРЖДАЮ  
Директор выпускающего структурного подразделения  
  
(подпись) В.В. Кумейко  
«20» декабря 2021 г. (И.О. Фамилия)

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
Промышленная микробиология и биотехнология  
Направление подготовки 19.03.01 Биотехнология  
(Молекулярная биотехнология)  
Форма подготовки: очная

курс 4 семестр 7  
лекции 18 час.  
практические занятия 36 час.  
лабораторные работы 36 час.  
всего часов аудиторной нагрузки 90 час.  
самостоятельная работа 54 час.  
в том числе на подготовку к экзамену 27 час.  
зачет 0 семестр  
экзамен 7 семестр

Рабочая программа составлена в соответствии с требованиями Федерального государственного образовательного стандарта по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021г. №736.  
Рабочая программа обсуждена на заседании Департамента медицинской биологии и биотехнологии протокол от «20» декабря 2021 г. № 1  
Директор Департамента реализующего структурного подразделения канд. биол. наук, доцент Кумейко В.В  
Составители: канд. биол. наук, доцент Кумейко В.В

Владивосток  
2021

Оборотная сторона титульного листа РПД

1. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_
2. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_
3. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_
4. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_
5. Рабочая программа пересмотрена на заседании Департамента/кафедры/отделения (реализующего дисциплину) и утверждена на заседании Департамента/кафедры/отделения (выпускающего структурного подразделения), протокол от « \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2021 г. № \_\_\_\_

## 1. Цели и задачи освоения дисциплины:

Цель: формирование и развитие общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций, необходимых для профессиональной деятельности в области промышленной микробиологии и биотехнологии по организации и внедрению клеточных медицинских технологий в сфере биомедицины.

### Задачи:

1) изучение основ промышленной микробиологии и биотехнологии, закономерностей, лежащих в основе технологических процессов биотехнологии;

2) изучение действующих биотехнологических производств, их техническое оснащение, размещение технологического оборудования;

3) ознакомление с основными этапами промышленного производства и с управлением основных стадий действующих биотехнологических производств;

4) ознакомление с оптимальными и рациональными технологическими схемами;

5) изучение научно-технической информации по вопросам развития новых направлений в промышленной биотехнологии;

6) изучение объектов биотехнологии и их биотехнологических функций;

7) изучение биологических систем, используемых в молекулярной биотехнологии.

Результаты обучения по дисциплине (модулю) должны быть соотнесены с установленными в ОПОП индикаторами достижения компетенций.

Совокупность запланированных результатов обучения по дисциплине (модулю) должна обеспечивать формирование у выпускника всех компетенций, установленных ОПОП.

Профессиональные компетенции выпускников и индикаторы их достижения:

Тип задач	Код и наименование профессиональной компетенции (результат освоения)	Код и наименование индикатора достижения компетенции
-----------	----------------------------------------------------------------------	------------------------------------------------------

научно-исследовательский	ПК-6 Способность применять знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования
научно-исследовательский	ПК-7 Владение принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации	ПК-7.1 Использует и применяет принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности
проектный	ПК-17 Способность и готовность к осуществлению прикладных и практических проектов по изучению биотехнологических процессов для исследования свойств используемых микроорганизмов, клеточных культур и получаемых с их помощью веществ в лабораторных и промышленных условиях	ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Наименование показателя оценивания (результата обучения по дисциплине)
ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Знает - методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования; - теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое

	<p>применение для получения индустриальным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- основные требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам.</li> </ul>
	<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные представления об основах биотехнологических производств, генной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов; использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.</li> </ul>
	<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</li> <li>- методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> <li>- методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.</li> </ul>
<p>ПК-7.1 Использует и применяет принципы получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> <li>- методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов;</li> <li>- методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.</li> </ul> <p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных;</li> <li>- подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта;</li> <li>- проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма;</li> <li>- работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных;</li> <li>- выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов;</li> <li>- оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.</li> </ul>

	<p><b>Навыки</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории;</li> <li>- методами расчета основных параметров биотехнологических процессов;</li> <li>- методами биотрансформации;</li> <li>- принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации</li> </ul>
ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса	<p><b>Знает</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.</li> </ul>
	<p><b>Умеет</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции;</li> <li>- разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения;</li> </ul> <p>собирать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.</li> </ul>
	<p><b>Навыки</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владения способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;</li> <li>- по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию.</li> </ul>

## 1. Трудоёмкость дисциплины и видов учебных занятий по дисциплине

Общая трудоемкость дисциплины составляет 4 зачётных единиц (144 академических часов), (1 зачетная единица соответствует 36 академическим часам).

Видами учебных занятий и работы обучающегося по дисциплине являются:

Обозначение	Виды учебных занятий и работы обучающегося
Лек	Лекции
Лек электр.	Лекции в интерактивной форме
Лаб	Лабораторные работы
Пр	Практические занятия
Пр электр.	Практические занятия в интерактивной форме
СР:	Самостоятельная работа обучающегося в период теоретического обучения
в том числе контроль	Самостоятельная работа обучающегося и контактная работа обучающегося с преподавателем в период промежуточной аттестации

## Структура дисциплины:

Форма обучения – очная.

№	Наименование раздела дисциплины	С е м е с т р	Количество часов по видам учебных занятий и работы обучающегося						Формы промежуточной аттестации
			Лек	Лаб	Пр	ОК	СР	Конт роль	
1	Научные основы промышленной микробиологии	7	8	12	12	-	10	10	Коллоквиум
2	Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробных клеток	7	6	12	12	-	10	10	Опрос
3	Использование брожений и других процессов метаболизма	7	4	12	12	-	7	7	Коллоквиум
Итого:			18	36	36	-	27	27	Экзамен

### III. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ТЕОРЕТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА

#### Лекционные занятия (18 часов)

#### Раздел 1. Научные основы промышленной микробиологии (8 часов).

##### Тема 1. История промышленной микробиологии (1 час).

- Хронологические этапы развития микробиологии для биотехнологии.
- Предмет промышленной биотехнологии.

##### Тема 2. Общая характеристика микроорганизмов (1 час).

- Аукариоты (вирусы и вероиды).
- Прокариоты (бактерии).
- Эукариоты (грибы, водоросли, простейшие, высшие растения, животные).
- Ферменты.
- Биологически активные химические вещества.
- Культуры эукариотических клеток.

**Тема 3. Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов (1 час).**

- Основные понятия.
- Регуляция на уровне биосинтеза белков.
- Регуляция активности готовых белковых посредников.
- Регуляция интегральных мембранных процессов у микроорганизмов.
- Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста микроорганизмов.

**Тема 4. Селекция микроорганизмов – продуцентов практически важных веществ (1 час).**

- Выбор исходного микроорганизма для селекции.
- Подготовка исходного штамма к селекционной работе.
- Получение мутантов.
- Методы отбора мутантов с повышенным уровнем продукции.
- Метод получения генетических рекомбинатов.

**Тема 5. Культивирование микроорганизмов (1 час).**

- Периодическое культивирование – начало изучения микробиологического синтеза.
- Непрерывное культивирование микроорганизмов.
- Количественные характеристики микроорганизмов.
- Управляемое культивирование микроорганизмов.

**Тема 6. Аэрация при культивировании микроорганизмов (1 час).**

- Влияние концентрации растворенного в среде кислорода на рост микроорганизмов.
- Транспорт кислорода из воздуха в культуральную среду и к микроорганизмам.
- Математическое описание абсорбции кислорода в периодически действующем аппарате при культивировании микроорганизмов.
- Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате без микроорганизмов.
- Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате при культивировании микроорганизмов.
- Абсорбция кислорода в непрерывно действующем аппарате для культивирования микроорганизмов.

**Тема 7. Бактериофаги в микробиологической промышленности (1 час).**

- Многообразие и общие свойства бактериофагов.
- Попадание фагов на производство.



– Основные стадии развития и простейшие методы исследования бактериофагов.

– Особенности развития умеренных фагов (лизогенизации и индукции).

– Носительство (псевдолизогения) и инфекция клеток перманентно развивающимися фагами (ПРФ-инфекция).

– Простые способы идентификации бактериофагов.

– Дефектные фаги. Понятие о существенных и несущественных (добавочных) генах.

– Принципы и методы классификации бактериофагов.

– Фаговый профиль завода (ФПЗ).

– Механизмы фагоустойчивости бактерий и способы предотвращения фаголизисов.

– Бактериофаги в генетике и селекции промышленных продуцентов.

– Общебиологическая значимость исследования бактериофагов.

**Тема 8. Имобилизованные клетки микроорганизмов и их применение (1 час).**

– Методы иммобилизации клеток микроорганизмов.

– Особенности живых иммобилизованных клеток микроорганизмов.

**Раздел 2. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробных клеток (6 часов).**

**Тема 1. Антибиотики (1 час).**

– Образование антибиотиков в промышленных условиях.

– Пути повышения биосинтеза антибиотиков микроорганизмами.

– Двухфазный характер развития продуцентов антибиотиков.

– Лабораторный регламент.

– Промышленное получение антибиотиков.

– Промышленный метод получения полусинтетических антибиотиков.

– Потеря способности микроорганизмов к образованию антибиотиков в промышленных условиях.

– Применение антибиотиков.

– Антибиотики – специфические ингибиторы ряда реакций метаболизма.

**Тема 2. Витамины (1 час).**

– Витамин В<sub>12</sub> (продуценты витамина В<sub>12</sub>; биосинтез витамина В<sub>12</sub>; функции витамина В<sub>12</sub>; получение и применение витамина В<sub>12</sub>).

– Рибофлавин (продуценты рибофлавина; биосинтез рибофлавина; реакции, катализируемые флавопротеидами; получение и применение рибофлавина).

– Эргостерин (продуценты эргостерина; биосинтез эргостерина; условия образования эргостерина дрожжами; получение и применение эргостерина).

### **Тема 3. Аминокислоты (1 час).**

– Биосинтез глутаминовой кислоты.  
– Биосинтез лизина.  
– Регуляция биосинтеза аминокислот.  
– Получение аминокислот с помощью иммобилизованных клеток и ферментов.

– Получение оптических изомеров аминокислот путем применения ацилаз микроорганизмов.

### **Тема 4. Ферменты (1 час).**

– Особенности ферментов микроорганизмов.  
– Ферменты микроорганизмов, применяемые в производстве.  
– Штаммы-продуценты и культивирование.  
– Выделение и стабилизация ферментов.  
– Применение ферментов микроорганизмов.

### **Тема 5. Липиды (1 час).**

– Состав и содержание липидов у микроорганизмов.  
– Продуценты липидов.  
– Биосинтез липидов.  
– Влияние условий культивирования на состав липидов.  
– Возможности промышленного получения липидов.  
– Практическое применение липидов.

### **Тема 6. Полисахариды (1 час).**

– Полисахариды цитоплазмы и мембранных структур.  
– Полисахариды клеточных стенок.  
– Внеклеточные полисахариды.  
– Биосинтез полисахаридов.  
– Условия культивирования микроорганизмов и биосинтез полисахаридов.

– Промышленное получение микробных полисахаридов.

## **Раздел 3. Использование брожений и других процессов метаболизма (4 часа).**

### **Тема 1. Спиртовое брожение (1 час).**

– Физиология дрожжей и химизм спиртового брожения.  
– Характеристика дрожжей, применяемых в промышленности.  
– Использование дрожжей в промышленности.

- Дрожжи – возбудители инфекции на производстве.

#### **Тема 2. Молочнокислое брожение (1 час).**

- Общая характеристика молочнокислых бактерий.
- Распространение и взаимоотношения с другими микроорганизмами.
- Использование молочнокислых бактерий.
- Молочнокислые бактерии – возбудители инфекции.

#### **Тема 3. Пропионовокислое брожение (1 час).**

- Общая характеристика пропионовокислых бактерий.
- Пропионовокислые бактерии в производстве сыра и других продуктов питания.

- Другие области применения пропионовокислых бактерий.

#### **Тема 4. Ацетоно-бутиловое брожение (1 час).**

- Особенности ацетоно-бутилового брожения.
- Производственные среды.
- Поддержание культуры бактерий и подготовка инокулята.
- Брожение.
- Инфицирование в условиях ацетоно-бутилового брожения.
- Перегонка ацетоно-бутиловой бражки.

## **IV. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКОЙ ЧАСТИ КУРСА И САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ**

### **Практические занятия (36 часов)**

#### **Занятие 1. Промышленное культивирование микроорганизмов (18 часов).**

**Цель работы:** изучить особенности промышленного культивирования микроорганизмов, поставляющих готовые целевые продукты биосинтеза.

##### **1. Коллоквиум.**

Контролирование глубины усвоения теоретического материала; понимания сущности явлений, иллюстрируемых данным практическим занятием; знаний промышленного культивирования микроорганизмов.

##### **2. Теоретическая часть**

1. Общие сведения о промышленном культивировании микроорганизмов.

2. Особенности технологии промышленного культивирования микроорганизмов

3. Отбор штаммов микроорганизмов и работа с ними

4. Приготовление посевной микробной культуры

5. Приготовление и стерилизация питательных сред
6. Подготовка биореакторов к посеву и выращивание микроорганизмов.
7. Технология культивирования микроорганизмов в покоем состоянии без аэрации.
8. Технология промышленного культивирования анаэробных микроорганизмов.
9. Периодические и хемостатные системы культивирования микроорганизмов.
10. Особенности биотехнологии культивирования вирусов.

### **3. Практическая часть.**

1. Ознакомиться с основными способами культивирования микроорганизмов.
2. Изучить этапы технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов.
3. Усвоить основные требования при приготовлении питательных сред.
4. Рассчитать эффективность стерилизации жидких питательных сред в изотермических условиях при двух разных заданных режимах.
5. Рассчитать количество полученного сырого кормового белка в результате гидролиза растительных отходов дрожжами рода *Candida*.

### **4. Оформление работы.**

Записать основные характеристики этапов технологического процесса глубинного выращивания микроорганизмов, оформив в виде нижеприведенной таблицы.

Таблица 1 – Характеристика этапов процесса глубинного выращивания микроорганизмов

№ п/п	Этап технологического процесса	Основные характеристики

**Задание 1.** Рассчитать количество полученного сырого кормового белка в результате гидролиза дрожжами рода *Candida* 2 т растительных отходов (отходы целлюлозной промышленности, солома, свекловичная меласса, картофельная мезга, барда спиртовых производств, отходы кондитерской и молочной промышленности) за 20 ч рабочего цикла при условии, что из 1 т отходов можно получить 200 кг кормовых дрожжей в сухой массе, содержащих 50% сырого белка.

## **Занятие 2. Концентрирование и высушивание биопрепаратов (18 часов).**

**Цель работы:** Изучить кинетику сублимационной сушки продуктов биосинтеза, особенности этого метода сушки. Усвоить принцип действия, устройство и контрольно-измерительную аппаратуру сублимационной установки типа GT-2.

### **1. Коллоквиум.**

Контролирование глубины усвоения теоретического материала; понимания сущности явлений, иллюстрируемых данным практическим занятием; знаний концентрирования и высушивания биопрепаратов.

### **2. Теоретическая часть**

1. Методы выделения и концентрирования целевого продукта.
2. Способы консервирования биологических препаратов.

### **3. Практическая часть.**

## **Лабораторные работы (36 часов)**

### **Лабораторная работа 1. Приготовление питательной смеси и матричной культуры для культивации дрожжей (6 часов).**

**Цель работы:** получить навыки приготовления питательных сред, посевного материала и контроля концентрации посевного материала. Рассмотреть под микроскопом взвесь пекарских дрожжей и определить присутствие двух рас одноклеточных грибов в культуре.

#### **Оборудование и реактивы:**

- 1) бюретки (50 и 30 мл), колбы конические (100-500 мл);
- 2) мензурки (0,5; 0,1; 2,5; 30 мл), пипетки (0,2-0,5 мл);
- 3) раствор сульфата натрия 0,5-1,0 Н;
- 4) раствор тиосульфата натрия 0,1 Н;
- 5) глюкоза - 0,1 кг;
- 6) спирт этиловый - 0,05 кг;
- 7) культура *S. servisea* (10 г сухого препарата с влажностью 75%);
- 8) комплект реактивов для определения концентрации глюкозы;
- 9) фотоколориметер (ФКМ);
- 10) микроскопы;
- 11) камера Горяева.

#### **Порядок выполнения работы:**

1. Приготовить питательную среду, для чего:
  - отвесить 50 г глюкозы и всыпать ее в стерильную емкость объемом 0,5 л;

- отвесить по 0,01 г NaCl, MgSO<sub>4</sub>, KCl и всыпать их в емкость;
- влить в эту емкость 300 мл дистиллированной воды температурой 36 °С и размешать;
- определить концентрацию глюкозы фотоколориметрическим методом.

2. Приготовить посевной материал, для чего:

- взвесить 5 г дрожжей *S. servisea*;
- влить в стерильную емкость (объем 50 мл) 30 мл дистиллированной воды температурой 36 С;
- всыпать навеску дрожжей в воду и размешать;
- провести контроль концентрации посевного материала фотоколориметрическим методом на приборе ФКМ;
- определить концентрацию дрожжей микроскопическим анализом.

**Задание 2.** Рассмотреть под микроскопом взвесь пекарских дрожжей и определить присутствие двух рас одноклеточных грибков в культуре.

1. Взять колбу с взвесью пекарских дрожжей, заранее помещенных в теплую подсахаренную воду.
2. Каплю жидкости из колбы нанести на предметное стекло и накрыть покровным стеклом.
3. Сверху нанести каплю кедрового масла и рассматривать препарат под микроскопом с иммерсионной системой.
4. Определить присутствие двух рас грибков и зарисовать их форму.
5. Рассмотреть процесс почкования дрожжей по наличию почек на клетках.

**Лабораторная работа 2. Приготовление фиксированного препарата (6 часов).**

**Цель работы:** приготовить фиксированный препарат из молочнокислого продукта (кефира, ряженки и др.) и зарисовать доминирующие формы микробов.

**Материал и оборудование:** плакаты; рисунки; термостат; бактерицидная лампа; химическая посуда: мерный стакан емкостью 50, 150 и 200 мл; воронка; микроскоп; чашка Петри; бактериологическая петля; предметные и покровные стекла; один из молочнокислых продуктов (кефир, ряженка, ацидофилин, йогурт и др.).

**Порядок выполнения работы:**

1. Бактериологическую петлю ввести в сгусток молочнокислого продукта и, повернув вокруг оси, извлечь каплю содержимого.

2. Сгусток размазать по предметному стеклу очень тонким слоем без

ВОДЫ.

3. Высушить на воздухе.

4. Зафиксировать смесью спирта с эфиром (1:1), несколько раз нанося смесь на мазок и сливая ее. При такой фиксации не только погибают и прикрепляются к стеклу бактерии, но и с помощью эфира извлекается и удаляется жир, капли которого на препарате мешают окраске и микроскопированию.

5. Фиксированный препарат окрасить метиленовым синим в течение 2-3 минут.

6. Промыть водой, высушить и микроскопировать с иммерсией.

7. Зарисовать доминирующие формы микробов.

### **5. Вопросы для самоконтроля**

1. Что такое культивирование микроорганизмов?

2. Какие факторы необходимы для осуществления биотехнологического процесса?

3. Что эффективнее: культивирование микроорганизмов на жидких или плотных питательных средах?

4. Какой способ культивирования называют поверхностным?

5. Что такое твердофазное культивирование, и какой субстрат используется при этом чаще других?

6. Что такое жидкофазное (глубинное) культивирование?

7. В чем преимущества жидкофазного культивирования?

8. Какими приемами можно увеличить интенсивность размножения микроорганизмов при жидкофазном культивировании?

9. Каковы этапы технологического процесса культивирования микроорганизмов?

10. Где хранятся эталонные штаммы микроорганизмов?

11. Каковы требования к эталонным штаммам микроорганизмов?

12. Каким образом готовят посевную микробную культуру?

13. Какие принципы лежат в основе конструирования питательных сред для микроорганизмов?

14. На какие группы делят микроорганизмы по типу питания?

15. На какие группы подразделяются микроорганизмы по типу используемых азотистых оснований?

16. Какие ионы необходимы микроорганизмам и для чего?

17. Какие факторы роста должны входить в состав питательных сред?

18. Какие традиционные источники белка животного происхождения используют для получения питательных сред?

19. Какие непищевые источники белка животного происхождения

используют в питательных средах?

20. Какие культуры используют для получения белка растительного происхождения, используемого в питательных средах?

21. Какой белок (растительного, животного или микробного происхождения) более ценен для питательных сред и почему?

22. Какова классификация питательных сред по целевому назначению?

23. Какова классификация питательных сред по физическому состоянию?

24. В чем преимущество жидких питательных сред?

25. Как получить полужидкие и твердые питательные среды?

26. В чем преимущество сухих питательных сред?

27. На основании чего и как осуществляется оптимизация состава питательных сред?

28. Зачем нужна стандартизация питательных сред и по каким показателям она проводится?

29. Принципы устройства биореактора (ферментера) для культивации микроорганизмов.

30. Как производится подготовка биореактора к посеву?

31. Каковы условия промышленного культивирования микроорганизмов с применением активной аэрации?

32. Как производят контроль культивирования микроорганизмов?

33. Какие периоды различают в динамике роста и размножения микрофлоры в ферментерах?

34. Что типично для лаг-фазы (инкуционного периода)?

35. Что типично для лог-фазы (экспоненциального роста)?

36. Что характерно для фазы отрицательного ускорения?

37. Стационарная фаза роста и М-концентрация.

38. Что характерно для фазы отмирания микробной популяции?

39. Что такое хемостатная культура?

40. Что необходимо для непрерывного культивирования микроорганизмов?

41. Каковы особенности биотехнологии культивирования вирусов?

42. Какие живые системы используют для культивирования вирусов?

43. Как готовят однослойные клеточные культуры и суспензионные?

44. Как осуществляют аэрацию (барботацию) и перемешивание микробной культуры?

**Лабораторная работа 3 (6 часов).**



Обучаемая подгруппа № 1 направляется в лабораторию для приготовления и анализа культуральной жидкости, питательных сред, посевного материала.

Обучаемая подгруппа № 2 направляется в лабораторию для высушивания дрожжей методом сублимации. На местах проводится показ установок для высушивания биопрепаратов, демонстрируются основные режимы технологии получения биопрепаратов. Из каждой подгруппы по 2-3 студента под руководством старшего повторяют работу на данной стадии биотехнологии. Затем проводится смена рабочих мест подгрупп. План работы на рабочих местах приведен в таблицах 1 и 2.

Таблица 1 – План работы в помещении для приготовления исходных растворов

Наименование работ	Время, мин.
Приготовление 3 л культуральной жидкости на основе дрожжей	25
Проведение анализа количества исходных клеток микроскопическим методом	50

Таблица 2 – План работы в помещении сублимационной сушки

Наименование работ	Время, мин.
Проведение высушивания дрожжей на установке	75
Отбор проб на режимах и отправка их в лабораторию	

**Оборудование:**

1. Сублимационная установка GT-2 фирмы «Лейбольд» (Германия).
2. Сушильный шкаф.
3. Весы ВЛР-200.
4. Микроскопы биологические.
5. Бюксы, чашки Петри, мерные стаканы.
6. Микроорганизмы типа *Saccharomyces servisea*.
7. Фильтровальная бумага.

**Описание лабораторной установки.**

Сублимационная сушильная установка состоит из сушильной камеры (сублиматора), конденсатора и вакуумнасосной системы. Как правило, в сушильной камере находятся пустотелые полки, внутри которых циркулирует хладагент, охлаждающий плиты при замораживании, или теплоноситель, нагревающий материал при сублимации.

Конструктивное оформление отдельных элементов схемы обусловлено спецификой сублимируемого материала и стремлением организовать высокоинтенсивный процесс сушки.

Для сушки небольших партий фасованных продуктов в медицинской, микробиологической и пищевых отраслях промышленности, а также для научных исследований применяют камерные установки типа GT-2 фирмы «Лейбольд» (Германия) с объемом загрузки до 2 л, обеспечивающей получение стерильного продукта.

Сушильная камера (реципиент) изготовлена в виде съемного цилиндрического колпака из прозрачного пластика, который устанавливается на основании и с помощью прокладки и создаваемого внутри разрежения, плотно прилегает к нему, обеспечивая герметичность. На основании крепится полая плитка с электрообогревом, на которой размещается высушиваемый продукт или съемные насадки для флаконов. Паровоздушная смесь поступает в конденсатор-вымораживатель, куда подается хладагент через терморегулирующий вентиль от конденсатора и компрессора холодильной установки. Неконденсирующиеся газы удаляются вакуум-насосом. Нагрев и оттаивание осуществляется электронагревом нагревателя. С помощью приборов в установке контролируется температура и разрежение.

Контроль за температурой продукта осуществляется с помощью термопары и по шкале прибора на передней панели установки. Окончание процесса сублимации оценивается по остаточному давлению в сушильной камере с помощью вакуумметра. На передней панели установки имеется также переключатель, расположенный в квадрате с четырьмя зонами, соответствующими определенной стадии процесса. Правое верхнее положение соответствует режиму «охлаждение», под ним – «сублимационная сушка», затем (по часовой стрелке) - режим оттаивания и левая верхняя область – «Off» – выключение установки.

Данная лабораторная сублимационная установка выпущена в начале 80-х годов. В настоящее время существуют установки с автоматизированной системой управления и работой по заданному технологическому режиму, обеспечивая постоянное взвешивание продукта и проведение процесса до заданной влажности.

#### **Методика проведения испытаний.**

Перед началом испытаний установку подготовить к пуску. Для этого включить установку в сеть (напряжение 220 В). Перевести ручку переключателя в положение «охлаждение». Снять съемный колпак и для ускорения процесса охлаждения полки выложить ее кусочками сухого льда. Через 15-20 минут на полку установить исследуемые образцы, установить

термопару и накрыть цилиндрическим колпаком, плотно притерев его к поверхности основания. Перевести переключатель в положение «сушка». После завершения сушки перекрывают вентиль вакуум-насоса, развакуумируют систему, переключатель переводят в положение «оттайка».

Объектом для изучения влияния процесса сублимационной сушки на качество и жизнеспособность микроорганизмов являются дрожжи рода *Saccharomyces servisea*.

Перед началом испытания подготавливают образцы материала: готовят 2 одинаковые навески дрожжей по 3-5 г. Одну навеску дрожжей помещают в чашку Петри, предварительно взвешенную, а затем еще раз взвешивают и замораживают в ультракриостате.

Для определения влажности высушенного образца необходимо знать массу его сухого остатка. Для этого вторую навеску дрожжей помещают в бюкс с заранее известным весом, бюкс взвешивают с пробой и ставят на 40 минут в сушильный шкаф при температуре 130 °С.

После этого бюкс вынимают из шкафа и вновь взвешивают. Результаты записывают в протокол в таблицу 3.

Таблица 3 – Протокол определения массы сухого остатка и влажности исходного образца и образца биопрепарата после сублимационной сушки

№ чашки / бюкса

Масса чашки Петри,  $g_4$ , г

Масса навески с чашкой Петри,  $g_1$ , г

Масса навески,  $g$ , г

Масса навески с чашкой Петри после высушивания,  $g_1'$ , г

Масса сухого остатка,  $g_c$ , г

Масса бюкса,  $g_6$ , г

Масса бюкса с навеской,  $g_2$ , г

Масса навески,  $g$ , г

Масса бюкса с образцом после сублимационной сушки,  $g''_2$ , г

Масса образца после сушки,  $g_k$ , г

Масса влаги в исходном образце,  $g_{вл.н}$ , г

Масса влаги в образце после сушки,  $g_{вл.к}$ , г

Влажность исходного образца,  $W_{сн}$ , %

к массе сухого материала

Влажность образца,  $W_c$ , % к массе сухого материала

### **Обработка результатов испытания**

Влажность материала (в % к массе сухого материала) после сублимационной сушки определяется по формуле:

$$W_{ск} = (g_{вл.к} / g_c) \cdot 100,$$

где  $g_{вл.к}$  – масса влаги в образце после сушки, г;

$g_c$  – масса сухого остатка образца, г.

При этом масса сухого остатка равна:

$$g_c = g'_1 - g_ч.$$

Масса влаги в исходном образце:

$$g_{вл.н} = g - g_c$$

Влажность исходного образца в % к сухой биомассе (СБ):

$$W_{сн} = (g_{вл.н} / g_c) \cdot 100,$$

Масса образца после сушки:

$$g_k = g''_2 - g_6.$$

Масса влаги в образце после сублимационной сушки:

$$g_{вл.к} = g_k - g_c$$

## 5. Вопросы для самоконтроля

1. Что может содержаться в культуральной жидкости после окончания процесса ферментации?
2. Какие основные способы концентрации биомассы Вы знаете?
3. Какие применяются методы выделения продуктов микробиологического синтеза из культуральной жидкости, если целевой продукт находится в растворе?
4. Какие применяются методы выделения продуктов микробиологического синтеза из культуральной жидкости, если целевой продукт находится в твердой фазе?
5. Что такое осаждение биомассы и какова его скорость?
6. Какие вещества применяют для ускорения процесса осаждения биомассы?
7. В чем суть центрифугирования биомассы?

8. Каковы технологические особенности сепарирования и до какой влажности они позволяют сконцентрировать осадок?
9. Каковы области применения центрифугирования?
10. Что такое фильтрование?
11. От чего зависит скорость фильтрования?
12. Что такое экстракция культуральной жидкости?
13. Вследствие чего экстрагируемые компоненты переходят из исходного раствора в растворитель?
14. Что такое ионообмен, адсорбция, десорбция?
15. Какие молекулярные сорбенты Вам известны?
16. Что такое кристаллизация целевого продукта, и какими способами она достигается?
17. В чем преимущество кристаллизации, и в каких биотехнологических процессах она используется?
18. Что такое упаривание культуральной жидкости, его режим, достоинства и недостатки?
19. Что лежит в основе мембранных методов разделения жидких систем?
20. Из чего делают полупроницаемые мембраны и какие к ним предъявляют требования?
21. Что объединяют в себе мембранные биореакторы, и в чем их преимущество перед периодическими биореакторами?
22. Какие методы консервирования биологических препаратов Вам известны?
23. В чем суть методов естественного и искусственного высушивания? Какие методы искусственной сушки Вам известны?
24. Из каких этапов состоит лиофильное высушивание биопрепаратов, и в чем его преимущества?
25. При каких температурах и как долго хранятся биопрепараты, консервированные методом лиофильной сушки?
26. На каком этапе сублимации из материала удаляются свободная влага, а на каком - вязаная, и что является признаком окончания первого и второго периодов?
27. Какие газы используются при упаковке биопрепаратов в ампулы?
28. В чем суть конвективного метода высушивания биоматериала?
29. Каковы недостатки сушильных установок камерного типа?
30. В чем суть контактного метода высушивания? Вакуум сушильные шкафы и вальцовые сушильные установки непрерывного действия.
31. В чем суть терморadiационного метода высушивания?

32. Достоинства и недостатки метода сушки токами высокой частоты.

#### **Лабораторная работа 4. Изучение культуральных и морфологических признаков мицелиальных плесневых грибов (6 часов).**

**Цель работы:** изучить культуральные и морфологические признаки мицелиальных грибов, изучить морфологические признаки плесневых грибов, определить род плесневых грибов, используя ключ Никитинского – Алеева (10).

**Оборудование инструменты:** чашки Петри с колониями плесневых грибов, выросших на объектах окружающей среды, в т.ч. пищевых продуктах; предметные и покровные стекла; препаровальные иглы; спирт с глицерином (1:1); красители; биологический микроскоп.

##### **Методика выполнения:**

1. Изучение культуральных признаков плесневых грибов.
2. Выращивание культур в чашках Петри в микроскопически малых частях пищевых продуктах.
3. Уничтожение выращенных колоний путем длительного кипячения.

При изучении отмечают: размер колоний, их форму, плотность, строение наружного края и центра, характер поверхности, цвет колоний, окраску субстрата и обратной стороны колоний, выделение капель жидкости на поверхности плесени (экссудата). На плотных питательных средах мицелиальные грибы образуют округлые или широко распространенные по поверхности, не врастающие в субстрат, пушистые, нитевидные, паутинообразные, ватоподобные или мучнистые колонии. Вегетативный мицелий большинства видов не окрашен. Пигментирован только плодоносящий мицелий. Поэтому молодые колонии - белые или сероватые. По мере развития органов плодоношения колонии приобретают окраску - желтую, розовую, бежевую, красную, зеленую, черную и т.п.

4. Результаты изучения культуральных признаков плесени записать.

#### **Лабораторная работа 5. Молочнокислородное брожение бактерий (6 часов).**

**Цель занятия:** изучить свойства микроорганизмов, осуществляющих молочнокислородное брожение.

**Материалы и оборудование:** Молочнокислые продукты, спички, карандаш по стеклу, иммерсионное масло, микроскоп, микробиологическая петля с петледержателем, спиртовка, предметные стекла, покровные стекла, прибор для окрашивания и промывания мазков, полоски фильтровальной бумаги, реактивы для окраски микробиологических препаратов, реактив Никифорова.

##### **Задачи:**

1. Ознакомиться с основными видами микроорганизмов, осуществляющими молочнокислородное брожение.

2. Изучить состав микроорганизмов молочнокислых продуктов.

**Задание 1.** Ознакомиться с основными типами молочнокислого брожения и микроорганизмами, осуществляющими молочнокислое брожение.

**Задание 2.** Изучить состав микроорганизмов молочнокислых продуктов.

### **Вопросы к лабораторной работе**

1. Гомо- и гетероферментативное молочнокислое брожение?
2. Микроорганизмы, осуществляющие молочнокислое брожение, их морфологические и биохимические свойства?
3. Состав заквасок основных молочнокислых продуктов?
4. Пробиотические свойства молочнокислых продуктов?

### **Лабораторная работа 6. Маслянокислое брожение бактерий (6 часов)**

**Цель занятия:** изучить свойства микроорганизмов, осуществляющих маслянокислое брожение.

**Материалы и оборудование.** Клубни картофеля, мел, большие пробирки, ватные пробки, резиновые пробки, пипетки, спички, карандаш по стеклу, иммерсионное масло, микроскоп, микробиологическая петля с петледержателем, спиртовка, предметные стекла, покровные стекла, прибор для окрашивания и промывания мазков, полоски фильтровальной бумаги, реактивы для окраски микробиологических препаратов по методу Ауэски, 5 %-ный раствор хлорного железа, раствор Люголя.

#### **Задачи:**

1. Ознакомиться с основными видами микроорганизмов, осуществляющими маслянокислое брожение.
2. Получить накопительную культуру бактерий рода *Clostridium*, осуществляющих маслянокислое брожение.
3. Изучить морфологию бактерий, осуществляющих маслянокислое брожение.

**Задание 1.** Ознакомиться с основными видами микроорганизмов, осуществляющими маслянокислое брожение.

**Задание 2.** Получить накопительную культуру бактерий рода *Clostridium*, осуществляющих маслянокислое брожение.

**Задание 3.** Изучить морфологию бактерий, осуществляющих маслянокислое брожение.

### **Вопросы к лабораторной работе**

1. Какие виды маслянокислого брожения вам известны?

2. Какие микроорганизмы, осуществляющие маслянокислое брожение вы изучали, их морфологические и биохимические свойства?

3. Каким образом производится получение накопительной культуры маслянокислых бактерий рода *Clostridium*?

4. Как происходит спорообразование у бактерий рода *Clostridium*?

### **Самостоятельная работа (54 часа)**

**Составление и оформление опорного конспекта «Научные основы промышленной микробиологии» по плану:**

1. История промышленной микробиологии

1.1 Хронологические этапы развития микробиологии для биотехнологии.

2. Общая характеристика микроорганизмов

2.1 Аукариоты (вирусы и вероиды).

2.2 Прокариоты (бактерии).

2.3 Эукариоты (грибы, водоросли, простейшие, высшие растения, животные).

2.4 Ферменты.

2.5 Биологически активные химические вещества.

2.6 Культуры эукариотических клеток.

3. Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов

3.1 Основные понятия.

3.2 Регуляция на уровне биосинтеза белков.

3.3 Регуляция активности готовых белковых посредников.

3.4 Регуляция интегральных мембранных процессов у микроорганизмов.

3.5 Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста микроорганизмов.

4. Селекция микроорганизмов – продуцентов практически важных веществ

4.1 Выбор исходного микроорганизма для селекции.

4.2 Подготовка исходного штамма к селекционной работе.

4.3 Получение мутантов.

4.4 Методы отбора мутантов с повышенным уровнем продукции.

4.5 Метод получения генетических рекомбинатов.

5. Использование генетической инженерии для получения практически полезных штаммов микроорганизмов

5.1 Получение белков человека и животных.



5.2 Конструирование штаммов продуцентов первичных и вторичных метаболитов.

6. Культивирование микроорганизмов

6.1 Периодическое культивирование – начало изучения микробиологического синтеза.

6.2 Непрерывное культивирование микроорганизмов.

6.3 Количественные характеристики микроорганизмов.

6.4 Управляемое культивирование микроорганизмов.

7. Аэрация при культивировании микроорганизмов

7.1 Влияние концентрации растворенного в среде кислорода на рост микроорганизмов.

7.2 Транспорт кислорода из воздуха в культуральную среду и к микроорганизмам.

7.3 Математическое описание абсорбции кислорода в периодически действующем аппарате при культивировании микроорганизмов.

7.4 Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате без микроорганизмов.

7.5 Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате при культивирования микроорганизмов.

7.6 Абсорбция кислорода в непрерывно действующем аппарате для культивирования микроорганизмов.

8. Хранение микроорганизмов

8.1 Периодические пересевы (или «субкультивирование»).

8.2 Хранение микроорганизмов при низких и ультранизких температурах.

8.3 Лиофилизация.

8.4 Хранение микроорганизмов в высушенном состоянии.

8.5 Хранение под минеральным маслом.

8.6 Хранение отдельных групп микроорганизмов.

8.7 Определение жизнеспособности культур.

9. Бактериофаги в микробиологической промышленности

9.1 Многообразие и общие свойства бактериофагов.

9.2 Попадание фагов на производство.

9.3 Основные стадии развития и простейшие методы исследования бактериофагов.

9.4 Особенности развития умеренных фагов (лизогенизации и индукции).

9.5 Носительство (псевдолизогения) и инфекция клеток перманентно развивающимися фагами (ПРФ-инфекция).

- 9.6 Простые способы идентификации бактериофагов.
  - 9.7 Дефектные фаги. Понятие о существенных и несущественных (добавочных) генах.
  - 9.7 Принципы и методы классификации бактериофагов.
  - 9.8 Фаговый профиль завода (ФПЗ).
  - 9.9 Механизмы фагоустойчивости бактерий и способы предотвращения фаголизисов.
  - 9.10 Бактериофаги в генетике и селекции промышленных продуцентов.
  - 9.11 Общебиологическая значимость исследования бактериофагов.
  - 10. Имобилизованные клетки микроорганизмов и их применение
  - 10.1 Методы иммобилизации клеток микроорганизмов.
  - 10.2 Особенности живых иммобилизованных клеток микроорганизмов.
- Для выполнения опорного конспекта необходимо использовать следующую литературу:

1) Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии. Часть 1. Нанотехнологии в биологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина. – Электрон. текстовые данные. – М.: Прометей, 2013. – 262 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/24003.html>. – ЭБС «IPRbooks»

2) Егорова, Т.А. Основы биотехнологии: учебное пособие для вузов / Т.А. Егорова, С.М. Клунова, Е.А. Живухина. – М.: Академия, 2006. – 208 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:255141&theme=FEFU>

3) Елинов, Н.П. Основы биотехнологии: учебник / Н.П. Елинов. – СПб.: «Наука», 1995. – 600 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:128910&theme=FEFU>

4) Воробьева, Л.И. Промышленная микробиология: учебное пособие для вузов / Л. И. Воробьева. – Москва: Изд-во Московского университета, 1989. – 294 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:27084&theme=FEFU>

5) Промышленная микробиология: учебное пособия для вузов / З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина [и др.]; под общ. ред. Н.С. Егорова. – Москва: Высшая школа, 1989. – 688 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:106282&theme=FEFU>

**Подготовка к коллоквиуму по вопросам каждого раздела теоретического курса.**

**Раздел 1. Научные основы промышленной микробиологии.**

**Тема 1.** История промышленной микробиологии.

1. Хронологические этапы развития микробиологии для биотехнологии.

**Тема 2.** Общая характеристика микроорганизмов.

1. Аукариоты (вирусы и вероиды).
2. Прокариоты (бактерии).
3. Эукариоты (грибы, водоросли, простейшие, высшие растения, животные).

4. Ферменты.

5. Биологически активные химические вещества.

6. Культуры эукариотических клеток.

**Тема 3.** Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов.

1. Основные понятия.

2. Регуляция на уровне биосинтеза белков.

3. Регуляция активности готовых белковых посредников.

4. Регуляция интегральных мембранных процессов у микроорганизмов.

5. Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста микроорганизмов.

**Тема 4.** Селекция микроорганизмов – продуцентов практически важных веществ.

1. Выбор исходного микроорганизма для селекции.

2. Подготовка исходного штамма к селекционной работе.

3. Получение мутантов.

4. Методы отбора мутантов с повышенным уровнем продукции.

5. Метод получения генетических рекомбинатов.

**Тема 5.** Использование генетической инженерии для получения практически полезных штаммов микроорганизмов.

1. Получение белков человека и животных.

2. Конструирование штаммов продуцентов первичных и вторичных метаболитов.

**Тема 6.** Культивирование микроорганизмов.

1. Периодическое культивирование – начало изучения микробиологического синтеза.

2. Непрерывное культивирование микроорганизмов.

3. Количественные характеристики микроорганизмов.

4. Управляемое культивирование микроорганизмов.

**Тема 7.** Аэрация при культивировании микроорганизмов.

1. Влияние концентрации растворенного в среде кислорода на рост микроорганизмов.

2. Транспорт кислорода из воздуха в культуральную среду и к микроорганизмам.

3. Математическое описание абсорбции кислорода в периодически действующем аппарате при культивировании микроорганизмов.

4. Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате без микроорганизмов.

5. Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате при культивировании микроорганизмов.

6. Абсорбция кислорода в непрерывно действующем аппарате для культивирования микроорганизмов.

**Тема 8.** Хранение микроорганизмов.

1. Периодические пересевы (или «субкультивирование»).

2. Хранение микроорганизмов при низких и ультранизких температурах.

3. Лиофилизация.

4. Хранение микроорганизмов в высушенном состоянии.

5. Хранение под минеральным маслом.

6. Хранение отдельных групп микроорганизмов.

7. Определение жизнеспособности культур.

**Тема 9.** Бактериофаги в микробиологической промышленности  
Многообразие и общие свойства бактериофагов.

1. Попадание фагов на производство.

2. Основные стадии развития и простейшие методы исследования бактериофагов.

3. Особенности развития умеренных фагов (лизогенизации и индукции).

4. Носительство (псевдолизогения) и инфекция клеток перманентно развивающимися фагами (ПРФ-инфекция).

5. Простые способы идентификации бактериофагов.

6. Дефектные фаги. Понятие о существенных и несущественных (добавочных) генах.

7. Принципы и методы классификации бактериофагов.

8. Фаговый профиль завода (ФПЗ).

9. Механизмы фагоустойчивости бактерий и способы предотвращения фаголизисов.

10. Бактериофаги в генетике и селекции промышленных продуцентов.

11. Общебиологическая значимость исследования бактериофагов.

**Тема 10.** Имобилизованные клетки микроорганизмов и их применение.

1. Методы иммобилизации клеток микроорганизмов.
2. Особенности живых иммобилизованных клеток микроорганизмов.

**Раздел 2. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробных клеток.**

**Тема 1.** Антибиотики.

1. Образование антибиотиков в промышленных условиях.
2. Пути повышения биосинтеза антибиотиков микроорганизмами.
3. Двухфазный характер развития продуцентов антибиотиков.
4. Лабораторный регламент.
5. Промышленное получение антибиотиков.
6. Промышленный метод получения полусинтетических антибиотиков.
7. Потеря способности микроорганизмов к образованию антибиотиков в промышленных условиях.
8. Применение антибиотиков.
9. Антибиотики – специфические ингибиторы ряда реакций метаболизма.

**Тема 2.** Витамины.

1. Витамин В<sub>12</sub> (продуценты витамина В<sub>12</sub>; биосинтез витамина В<sub>12</sub>; функции витамина В<sub>12</sub>; получение и применение витамина В<sub>12</sub>).
2. Рибофлавин (продуценты рибофлавина; биосинтез рибофлавина; реакции, катализируемые флавопротеидами; получение и применение рибофлавина).
3. Эргостерин (продуценты эргостерина; биосинтез эргостерина; условия образования эргостерина дрожжами; получение и применение эргостерина).

**Тема 3.** Каротиноиды.

1. Биосинтез каротиноидов.
2. Локализация и функции каротиноидов.
3. Условия образования каротиноидов микроорганизмами.
4. Продуценты и промышленное получение каротиноидов.
5. Использование каротиноидов в народном хозяйстве.

**Тема 4.** Гиббереллины.

**Тема 5.** Алкалоиды.

**Тема 6.** Аминокислоты.

1. Биосинтез глутаминовой кислоты.
2. Биосинтез лизина.
3. Регуляция биосинтеза аминокислот.

4. Получение аминокислот с помощью иммобилизованных клеток и ферментов.

5. Получение оптических изомеров аминокислот путем применения ацилаз микроорганизмов.

#### **Тема 7. Нуклеотиды**

1. Синтез АТФ.
2. Синтез никотинамиддинуклеотида.
3. Синтез инозиновой кислоты.
4. Синтез гуанозинполифосфатов.

#### **Тема 8. Ферменты.**

1. Особенности ферментов микроорганизмов.
2. Ферменты микроорганизмов, применяемые в производстве.
3. Штаммы-продуценты и культивирование.
4. Выделение и стабилизация ферментов.
5. Применение ферментов микроорганизмов.

#### **Тема 9. Липиды.**

1. Состав и содержание липидов у микроорганизмов.
2. Продуценты липидов.
3. Биосинтез липидов.
4. Влияние условий культивирования на состав липидов.
5. Возможности промышленного получения липидов.
6. Практическое применение липидов.

#### **Тема 10. Полисахариды.**

1. Полисахариды цитоплазмы и мембранных структур.
2. Полисахариды клеточных стенок.
3. Внеклеточные полисахариды.
4. Биосинтез полисахаридов.
5. Условия культивирования микроорганизмов и биосинтез полисахаридов.
6. Промышленное получение микробных полисахаридов.

### **Раздел 3. Использование брожений и других процессов метаболизма.**

#### **Тема 1. Спиртовое брожение**

1. Физиология дрожжей и химизм спиртового брожения.
2. Характеристика дрожжей, применяемых в промышленности.
3. Использование дрожжей в промышленности.
4. Дрожжи – возбудители инфекции на производстве.

#### **Тема 2. Молочнокислое брожение.**

1. Общая характеристика молочнокислых бактерий.
2. Распространение и взаимоотношения с другими микроорганизмами.

3. Использование молочнокислых бактерий.
4. Молочнокислые бактерии – возбудители инфекции.

**Тема 3.** Пропионовокислое брожение.

1. Общая характеристика пропионовокислых бактерий.
2. Пропионовокислые бактерии в производстве сыра и других продуктов питания.
3. Другие области применения пропионовокислых бактерий.

**Тема 4.** Ацетоно-бутиловое брожение.

1. Особенности ацетоно-бутилового брожения.
2. Производственные среды.
3. Поддержание культуры бактерий и подготовка инокулята.
4. Брожение.
5. Инфицирование в условиях ацетоно-бутилового брожения.
6. Перегонка ацетоно-бутиловой бражки.

**Тема 5.** Получение уксуса и другие аспекты использования уксуснокислых бактерий.

1. Общая характеристика уксуснокислых бактерий.
2. Окислительные трансформации органических соединений.
3. Микробиологические трансформации при синтезе витамина С.
4. Получение диоксиацетона.
5. Получение спиртового уксуса.
6. Синтез полисахаридов.

**Тема 6.** Получение органических кислот

1. Получение органических кислот из углеводов.
2. Получение органических кислот из Н-алканов.

**Тема 7.** Трансформация органических соединений.

1. Процессы микробной химии.
2. Трансформация растущей культурой в периодических условиях.
3. Трансформация суспензиями неразмножающихся клеток.
4. Трансформации, осуществляемые спорами грибов и актиномицетов.
5. Непрерывные методы культивирования.
6. Кометаболизм.
7. Применение поврежденных и дезинтегрированных клеток.
8. Ингибирование определённых участков метаболических путей.
9. Применение мутантов с заблокированным синтезом определенных ферментов.
10. Конструирование штаммов с повышенной способностью к трансформации.
11. Ферментные препараты и иммобилизованные ферменты.

12. Иммобилизация клеток.
13. Политрансформации.
14. Микроорганизмы, трансформирующие органические соединения.
15. Примеры трансформации органических соединений.

#### **Раздел 4. Производства, основанные на получении микробной биомассы**

##### **Тема 1. Получение белка**

1. История использования микроорганизмов для получения белка.
2. Питательная ценность белков.
3. Безвредность микробной массы.
4. Процесс и принципы контроля выращивания микроорганизмов.
5. Основные виды сырья и используемые микроорганизмы.

##### **Тема 2. Производство вакцин, бактериофагов и препаратов, нормализующих микрофлору человека**

1. Вакцины.
2. Лечебно-профилактические препараты бактериофагов.
3. Бактериальные препараты, нормализующие микрофлору.

##### **Тема 3. Получение азотфиксирующих бактериальных препаратов**

1. Свойства клубеньковых бактерий.
2. Роль клубеньковых бактерий в азотном балансе почвы.
3. Препараты клубеньковых бактерий.
4. Применение препаратов клубеньковых бактерий.
5. Другие азотфиксаторы.

##### **Тема 4. Повреждение микроорганизмами материалов и способы их защиты.**

1. Признаки повреждения материалов микроорганизмами.
2. Микроорганизмы, повреждающие металлы и методы их обнаружения.
3. Причины повреждения материалов микроорганизмами.
4. Физико-химические факторы среды и повреждение материалов микроорганизмами.
5. Способы защиты материалов.

## **V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ ОБУЧАЮЩИХСЯ**

Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология» включает в себя:

- план-график выполнения самостоятельной работы по дисциплине, в том числе примерные нормы времени на выполнение по каждому заданию;



- характеристика заданий для самостоятельной работы обучающихся и методические рекомендации по их выполнению;
- требования к представлению и оформлению результатов самостоятельной работы;
- критерии оценки выполнения самостоятельной работы.

## VI. КОНТРОЛЬ ДОСТИЖЕНИЯ ЦЕЛЕЙ КУРСА

	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства –	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Научные основы промышленной микробиологии	ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;</li> <li>- теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое применение для получения индустриальным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов;</li> <li>- основные требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам.</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 1-21 УО-1 собеседование
			<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные представления об основах биотехнологических производств, генной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов; использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.</li> </ul>	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 1-21
			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</li> <li>- методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> </ul>	ПР-6 практические задания	экзамен по вопросам 1-21

			- методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.		
	ПК-7.1 Использует и применяет принципы получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности	Знает	- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов; - закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма; - методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов; - методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 1-21 УО-1 собеседование
Умеет		- вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных; - подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта; - проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма; - работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных; - выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов; - оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 1-21	
Навыки			ПР-6 практические задания	экзамен по вопросам 1-21	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории;</li> <li>- методами расчета основных параметров биотехнологических процессов;</li> <li>- методами биотрансформации;</li> <li>- принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации</li> </ul>		
	ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 1-21 УО-1 собеседование
Умеет		<ul style="list-style-type: none"> <li>- осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции;</li> <li>- разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения;</li> <li>собирать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа</li> <li>- правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.</li> </ul>	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 1-21	
Навыки		<ul style="list-style-type: none"> <li>- владения способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;</li> <li>- по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию.</li> </ul>	ПР-6 практические задания	экзамен по вопросам 1-21	

2	Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробных клеток	ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;</li> <li>- теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое применение для получения индустриальным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов;</li> <li>- основные требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам.</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 22-37 УО-1 собеседование
			<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные представления об основах биотехнологических производств, генной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов; использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.</li> </ul>	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 22-37
			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</li> <li>- методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> <li>- методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.</li> </ul>	ПР-6 практические задания	экзамен по вопросам 22-37

		<p>ПК-7.1 Использует и применяет принципы получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> <li>- методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов;</li> <li>- методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.</li> </ul>	<p>УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест</p>	<p>экзамен по вопросам 22-37 УО-1 собеседование</p>
			<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных;</li> <li>- подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта;</li> <li>- проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма;</li> <li>- работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных;</li> <li>- выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов;</li> <li>- оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.</li> </ul>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 22-37</p>
			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории;</li> <li>- методами расчета основных параметров биотехнологических процессов;</li> <li>- методами биотрансформации;</li> </ul>	<p>ПР-6 практические задания</p>	<p>экзамен по вопросам 22-37</p>

			- принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации		
		ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса	Знает - принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 22-37
			Умеет - осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции; - разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения; собирать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа - правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.	ПР-6 практические задания	экзамен по вопросам 22-37
<b>3</b>	<b>Использование брожений и других процессов метаболизма</b>	ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Знает - методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования; - теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое применение для получения промышленным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов; - основные требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам.	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 38-45 УО-1 собеседование

		<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные представления об основах биотехнологических производств, генной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов; использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.</li> </ul>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>
		<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</li> <li>- методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> <li>- методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.</li> </ul>	<p>ПР-6 практические задания</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>
	<p>ПК-7.1 Использует и применяет принципы получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> <li>- методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов;</li> <li>- методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.</li> </ul>	<p>УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45 УО-1 собеседование</p>
		<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных;</li> <li>- подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта;</li> </ul>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>



			<ul style="list-style-type: none"> <li>- проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма;</li> <li>- работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных;</li> <li>- выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов;</li> <li>- оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.</li> </ul>		
			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории;</li> <li>- методами расчета основных параметров биотехнологических процессов;</li> <li>- методами биотрансформации;</li> <li>- принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации</li> </ul>	<p>ПР-6 практические задания</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>
		<p>ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные этапы</p>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.</li> </ul>	<p>УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45 УО-1 собеседование</p>
			<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции;</li> <li>- разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения;</li> </ul>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>

		биотехнологического процесса	<p>собрать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа</p> <p>- правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.</p>		
			<p>Навыки</p> <p>- владения способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;</p> <p>- по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию.</p>	<p>ПР-6 практические задания</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>
4	<b>Производства, основанные на получении микробной биомассы</b>	ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	<p>Знает</p> <p>- методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;</p> <p>- теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое применение для получения индустриальным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов;</p> <p>- основные требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам.</p>	<p>УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50 УО-1 собеседование</p>
			<p>Умеет</p> <p>- применять современные представления об основах биотехнологических производств, генной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов; использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.</p>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50</p>

			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</li> <li>- методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> <li>- методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.</li> </ul>	<p>ПР-6 практические задания</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50</p>
	<p>ПК-7.1 Использует и применяет принципы получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> <li>- методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов;</li> <li>- методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.</li> </ul>	<p>УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50 УО-1 собеседование</p>	
		<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных;</li> <li>- подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта;</li> <li>- проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма;</li> <li>- работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных;</li> </ul>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50</p>	

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов;</li> <li>- оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.</li> </ul>		
			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории;</li> <li>- методами расчета основных параметров биотехнологических процессов;</li> <li>- методами биотрансформации;</li> <li>- принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации</li> </ul>	<p>ПР-6 практические задания</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50</p>
		<p>ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках;</p> <p>разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса</p>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.</li> </ul>	<p>УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50 УО-1 собеседование</p>
			<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции;</li> <li>- разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения;</li> <li>собирать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа</li> <li>- правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.</li> </ul>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50</p>

			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- владения способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;</li><li>- по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию.</li></ul>	<p>ПР-6 практические задания</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50</p>
--	--	--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------	--------------------------------------

## VII. СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ И ИНФОРМАЦИОННО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Основная литература

1. Ивчатов, А.Л. Микробиология / А. Л. Ивчатов. – Москва : Изд-во Ассоциации строительных вузов, 2013. – 118 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:864427&theme=FEFU>
2. Красникова, Л.В. Микробиология : учебное пособие для вузов / Л. В. Красникова. – Санкт-Петербург : Троицкий мост, 2012. – 293 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:733013&theme=FEFU>
3. Ившина, И.Б. Большой практикум "Микробиология" : учебное пособие для вузов / И. Б. Ившина. – Санкт-Петербург : Проспект Науки, 2014. – 108 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:785574&theme=FEFU>
4. Сахарова, О.В. Общая микробиология и общая санитарная микробиология : учебное пособие / О. В. Сахарова, Т. Г. Сахарова. – Санкт-Петербург : Лань, 2019. – 223 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:881725&theme=FEFU>
5. Куранова, Н.Г. Микробиология : учебное пособие Ч. 1 . Прокариотическая клетка / Н. Г. Куранова, Г. А. Купатадзе. – Москва : Прометей, 2013. – 107 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:872505&theme=FEFU>
6. Куранова, Н.Г. Микробиология : учебное пособие Ч. 2 . Метаболизм прокариот / Н. Г. Куранова, Г. А. Купатадзе. – Москва : Прометей, 2013. – 98 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:872530&theme=FEFU>
7. Сидоренко, О.Д. Микробиология : учебник для вузов / О. Д. Сидоренко, Е. Г. Борисенко, А. А. Ванькова [и др.]. – Москва : Инфра-М, 2016. – 286 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:809012&theme=FEFU>
8. Мудрецова-Висс, К.А. Основы микробиологии : учебник для вузов / К. А. Мудрецова-Висс, В. П. Дедюхина, Е. В. Масленникова. – Москва : Форум, : Инфра-М, 2015. – 383 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:779860&theme=FEFU>
9. Градова, Н.Б. Микробиологический контроль биотехнологических производств : учебное пособие для вузов / Н. Б. Градова, Е. С. Бабусенко, В. И. Панфилов [и др.]. – Москва : ДеЛи плюс, 2016. – 139 с.  
<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:838315&theme=FEFU>

10. Федоренко, Б.Н. Промышленная биоинженерия. Инженерное сопровождение биотехнологических производств : учебник для вузов / Б. Н. Федоренко. – Санкт-Петербург : Профессия, 2016. – 516 с.

<https://lib.dvfu.ru/lib/item?id=chamo:834295&theme=FEFU>

### Дополнительная литература

1. Godbey, W.T. An introduction to biotechnology: The science, technology and medical applications / W.T. Godbey. – Amsterdam Boston Heidelberg: Elsevier, [2014]. – XIX, 414 p.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:823819&theme=FEFU>

2. Алеев, Б.С. Введение в техническую микробиологию / Б.С. Алеев; под ред. Б.С. Алеева, Ф.М. Чистякова. – Москва: Пищепромиздат, 1943. – 220 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:327983&theme=FEFU>

3. Безбородов, А. М. Микробиологический синтез / А. М. Безбородов, Г. И. Квеситадзе; [отв. ред. А. Г. Лобанок]. – Санкт-Петербург: Проспект Науки, 2011. – 143 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:785480&theme=FEFU>

4. Биотехнология: [учебное пособие для вузов]: в 8 кн. кн. 6. Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В.А. Быков, И.А. Крылов, М.Н. Манаков [и др.]; под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – Москва: Высшая школа, 1987. – 143 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:53941&theme=FEFU>

5. Биотехнология: [учебное пособие для вузов]: в 8 кн., кн. 6. Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов / В.А. Быков, И.А. Крылов, М.Н. Манаков [и др.]; под ред. Н.С. Егорова, В.Д. Самуилова. – Москва: Высшая школа, 1987. – 143 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:53941&theme=FEFU>

6. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии: учебное пособие / В.В. Бирюков, [ред. Л. И. Галицкая]. – М.: КолосС, 2004. – 296 с.

<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:231970&theme=FEFU>

7. Воробьева, Л.И. Промышленная микробиология: учебное пособие для вузов / Л. И. Воробьева. – Москва: Изд-во Московского университета, 1989. – 294 с. <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:27084&theme=FEFU>

8. Горленко, В.А. Научные основы биотехнологии. Часть 1. Нанотехнологии в биологии [Электронный ресурс]: учебное пособие / В.А. Горленко, Н.М. Кутузова, С.К. Пятунина. – Электрон. текстовые данные. – М.: Прометей, 2013. – 262 с. – Режим доступа:

<http://www.iprbookshop.ru/24003.html>. – ЭБС «IPRbooks»

9. Градова, Н.Б. Микробиологический контроль биотехнологических производств: учебное пособие для вузов / Н.Б. Градова, Е.С. Бабусенко, В.И.

Панфилов [и др.]. – Москва: ДеЛи плюс, 2016. – 139 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:838315&theme=FEFU>

10. Клунова, С.М. Биотехнология: учебник для вузов / С.М. Клунова, Т.А. Егорова, Е.А. Живухина. – Москва: Академия, 2010. – 256 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:416005&theme=FEFU>

11. Минкевич, И.Г. Материально-энергетический баланс и кинетика роста микроорганизмов / И.Г. Минкевич. – Ижевск: НИЦ «Регулярная и хаотическая динамика», 2005. – 352 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:286237&theme=FEFU>

12. Промышленная микробиология: Учебное пособие / Под ред. В.С. Буткевича М.: Снабтехиздат, 1933. – 236с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:328065&theme=FEFU>

13. Промышленная микробиология: учебное пособия для вузов / З.А. Аркадьева, А.М. Безбородов, И.Н. Блохина [и др.]; под общ. ред. Н.С. Егорова. – Москва: Высшая школа, 1989. – 688 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:106282&theme=FEFU>

14. Рябкова, Г.В. Biotechnology (Биотехнология) [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие / Г.В. Рябкова – Электрон. текстовые данные. <http://www.iprbookshop.ru/61942.html>. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2012. – 152 с. – Режим доступа: <http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=IPRbooks:IPRbooks-61942&theme=FEFU>

15. Сироткин, А.С. Теоретические основы биотехнологии [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ А.С. Сироткин, В.Б. Жукова. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 87 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63475.html>. – ЭБС «IPRbooks»

16. Шагинурова, Г.И. Техническая микробиология [Электронный ресурс]: учебно-методическое пособие/ Г.И. Шагинурова, Е.В. Перушкина, К.Г. Ипполитов. – Электрон. текстовые данные. – Казань: Казанский национальный исследовательский технологический университет, 2010. – 122 с. – Режим доступа: <http://www.iprbookshop.ru/63485.html>. – ЭБС «IPRbooks»

17. Шмид, Р. Наглядная биотехнология и генетическая инженерия / Р. Шмид; пер. с нем. А.А. Виноградовой, А.А. Синюшина. – Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2014. – 324 с.  
<http://lib.dvfu.ru:8080/lib/item?id=chamo:797469&theme=FEFU>

**Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети  
«Интернет»**



1. Федеральное бюджетное учреждение науки «Государственный научный центр прикладной микробиологии и биотехнологии» – официальный сайт: <http://www.obolensk.org/>

2. НИИ биомедицинской химии им. В.Н. Ореховича – официальный сайт: <http://www.ibmc.msk.ru/>

3. Федеральное государственное учреждение «Федеральный исследовательский центр «Фундаментальные основы биотехнологии» Российской академии наук» – официальный сайт: <https://www.fbras.ru/>

4. Международный учебно-научный биотехнологический центр Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова – официальный сайт: <http://biocentr.msu.ru/>

5. ООО «Научно-исследовательский и проектный институт биотехнологической индустрии» ООО НИПИ БИОТИН – официальный сайт: <http://www.biotin-kirov.ru/>

6. Федеральное Государственное Бюджетное Учреждение «Государственный научно-исследовательский институт генетики и селекции промышленных микроорганизмов Национального исследовательского центра «Курчатовский институт» (ГосНИИГенетика) – официальный сайт: <http://www.genetika.ru/>

7. Центр промышленной биотехнологии имени княгини Е.Р. Дашковой – официальный сайт: <https://www.cpbdashkova.ru/glavnaya-ruskaya>

8. Научная библиотека ДВФУ <http://www.dvfu.ru/web/library/nb1>

### **Перечень информационных технологий и программного обеспечения**

1. Microsoft Office Professional Plus 2010;

2. офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);

3. 7Zip 9.20 – свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;

4. ABBYY FineReader 11 – программа для оптического распознавания символов;

5. Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;

6. ESET Endpoint Security – комплексная защита рабочих станций на базе ОС Windows. Поддержка виртуализации + новые технологии;

7. WinDjView 2.0.2 – программа для распознавания и просмотра файлов с одноименным форматом DJV и DjVu;

Локальные сетевые ресурсы:

8. Справочно-правовая система Гарант операционная система – Microsoft Windows Linux (с WINE@Etersoft) iOS Android и др.;

9. Компьютерная справочная правовая система КонсультантПлюс – операционная система Microsoft Windows, Linux (с WINE), Apple iOS Android, Windows Phone;

10. Профессиональная справочная система Техэксперт – операционные система Microsoft Windows, Linux, FreeBSD.

## **VIII.МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ**

Рекомендации по планированию и организации времени, отведенного на изучение дисциплины «Промышленная микробиология и биотехнология»:

- изучение конспекта лекции в тот же день после лекции – 10-15 минут;
- повторение лекции за день перед следующей лекцией – 10-15 минут;
- изучение теоретического материала по рекомендуемой литературе и конспекту – 1 час в неделю;
- подготовка к практическому занятию – 1,5 часа.

Общие затраты времени на освоение курса «Промышленная микробиология и биотехнология» обучающимися составят около 6 часов в неделю.

Учебный процесс обучающегося по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология» сводится в последовательном изучении тем аудиторных занятий: лекционных и практических. На основе лекционных занятий, студент переходит к выполнению практических. Кроме того, для углубленного изучения определенной темы обучающимся самостоятельно выполняется задание согласно методических указаний по СРС.

Освоение дисциплины «Промышленная микробиология и биотехнология» включает несколько составных элементов учебной деятельности.

1. Внимательное чтение рабочей программы дисциплины (помогает целостно увидеть структуру изучаемых вопросов).

2. Изучение методических рекомендаций по самостоятельной работе студентов.

3. Важнейшей составной частью освоения дисциплины является посещение лекций (обязательное) и их конспектирование. Глубокому освоению лекционного материала способствует предварительная подготовка,

включающая чтение предыдущей лекции, работу со словарями, учебными пособиями и научными материалами.

4. Регулярная подготовка к семинарским занятиям и активная работа на занятиях, включающая:

- повторение материала лекции по теме семинара;
- знакомство с планом занятия и списком основной и дополнительной литературы, с рекомендациями преподавателя по подготовке к занятию;
- изучение научных сведений по данной теме в разных учебных пособиях и научных материалах;
- чтение первоисточников и предлагаемой дополнительной литературы;
- выписывание основных терминов по теме, нахождение их объяснения в экономических словарях и энциклопедиях и ведение глоссария;
- составление конспекта, текста доклада, при необходимости, плана ответа на основные вопросы практического занятия, составление схем, таблиц;
- посещение консультаций преподавателя с целью выяснения возникших сложных вопросов при подготовке к занятию, передаче контрольных заданий.

5. Подготовка к устным опросам, самостоятельным и контрольным работам.

6. Самостоятельная проработка тем, не излагаемых на лекциях. Написание конспекта по рекомендуемым преподавателем источникам.

7. Подготовка к экзамену (в течение семестра), повторение материала всего курса дисциплины «Промышленная микробиология и биотехнология».

При непосещении студентом определенных занятий, по уважительной причине, студентом отрабатывается материал на занятиях, при этом баллы за данное занятие не снижаются. Если же уважительность пропущенного занятия студентом документально не подтверждается, в таких случаях баллы по успеваемости снижаются, согласно политики дисциплины. В целях уточнения материала по определенной теме студент может посетить часы консультации преподавателя, согласно утвержденному графику. По окончании курса студент проходит промежуточный контроль знаний по данной дисциплине в форме экзамена.

Таким образом, при изучении курса «Промышленная микробиология и биотехнология» следует внимательно слушать и конспектировать материал, излагаемый на аудиторных занятиях. Для его понимания и качественного усвоения рекомендуется следующая последовательность действий:

1. После окончания учебных занятий для закрепления материала просмотреть и обдумать текст прослушанной лекции, разобрать рассмотренные примеры (10-15 минут).

2. При подготовке к лекции повторить текст предыдущей лекции, подумать о следующей теме (10-15 минут).

3. В течение недели выбрать время для работы с рекомендуемой литературой и для решения задач (по 1 часу).

4. При подготовке к практическим занятиям повторить основные понятия по теме занятия, изучить примеры. Решая задачу, – предварительно понять, какой теоретический материал нужно использовать. Наметить план решения, попробовать на его основе решить до 2 практических задач.

Теоретическая часть дисциплины «Промышленная микробиология и биотехнология» раскрывается на лекционных занятиях, лекция является основной формой обучения, где преподавателем даются основные понятия дисциплины.

Последовательность изложения материала на лекционных занятиях направлена на формирование у студентов ориентировочной основы для последующего усвоения материала при самостоятельной работе.

Практические занятия курса проводятся по всем разделам учебной программы. Практические работы направлены на формирование у студентов навыков самостоятельной теоретической, исследовательской работы. В ходе практических занятий обучающийся выполняет комплекс заданий, позволяющий закрепить лекционный материал по изучаемой теме, получить основные навыки в области получения и контроля медицинских препаратов, промышленное производство которых основано на использовании:

- культур клеток растений (адаптагены, противоаритмические, кардиотропные средства);

- бактерий (витамины, ферменты, пребиотики, эубиотики, антибиотики);

- грибов (гормоны, антибиотики);

- химерных клеток генно-инженерных продуцентов (аминокислоты, инсулин, интерфероны, моноклональные антитела).

Активному закреплению теоретических знаний способствует обсуждение проблемных аспектов дисциплины в форме практических занятий с применением методов активного обучения. При этом происходит развитие навыков самостоятельной исследовательской деятельности в процессе работы с научной литературой, периодическими изданиями.

## IX. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

Учебные занятия по дисциплине проводятся в помещениях, оснащенных соответствующим оборудованием и программным обеспечением.

Перечень материально-технического и программного обеспечения дисциплины приведен в таблице.

### Материально-техническое и программное обеспечение дисциплины

Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>Аудитория для проведения лекционных занятий 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, Корпус 25.1, ауд. <b>M419</b></p>	<p>Комплекты учебной мебели (столы и стулья), ученическая доска. Мультимедийный комплекс: Экран; Проектор DLP, 3000 ANSI Lm, WXGA 1280x800, 2000:1 EW330U Mitsubishi; Подсистема специализированных креплений оборудования CORSA-2007 Tuagex; Подсистема видеокмутации: матричный коммутатор DVI DXP 44 DVI Pro Extron; удлинитель DVI по витой паре DVI 201 Tx/Rx Extron; Подсистема аудиокоммутации и звукоусиления; акустическая система для потолочного монтажа SI 3CT LP Extron; цифровой аудиопроцессор DMP 44 LC Extron; расширение для контроллера управления IPL T CR48; Моноблок для управления мультимедийным комплексом.</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– Microsoft Office Professional Plus 2010; офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);</li> <li>– 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</li> <li>– ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;</li> <li>– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li> <li>– ESET Endpoint Security - комплексная защита рабочих станций на базе ОС Windows. Поддержка виртуализации + новые технологии;</li> <li>– Coogle Chrome.</li> </ul>
<p>Аудитория для проведения лабораторных работ 690922, Приморский край, г. Владивосток, остров Русский, полуостров Саперный, поселок Аякс, 10, Корпус 25.1, ауд. <b>M104П</b></p>	<p>Комплект лабораторной мебели (столы, стулья шкафы). Лабораторное оборудование: Термостат суховоздушный MIR-262, дистиллятор GFL-2008, Комплект дозаторов переменного объема Discovery comfort 20-200мкл, 200-1000 мкл, 500-5000мкл. 4 шт, Вортекс персональный для пробирок объемом от 1,5 до 50 мл (V-1 plus), центрифуга BioSan Microspin, спектрофотометр Thermo Scientific Genesis, водяная баня П43-12, весы прецизионные OHAUS Adventurer, источник питания</p>	

	<p>для проведения электрофореза Bio-Rad PowerPac Universal 2 шт., камера для электрофореза Bio-Rad SubCell model 192 горизонтальная, камера для электрофореза Bio-Rad mini SubCell GT, система для съемки электрофорезных гелей, система пульс-электрофореза</p> <p>ChefMapper XA, центрифуга с охлаждением Eppendorf S424h, ПЦР-бокс UVT-S-AR для стерильных работ с УФ-рециркулятором, ПЦР-амплификатор Roche LightCycler 96, ПЦР-амплификатор Eppendorf Mastercycler pro, микротом Leica RM-2265, криомикротом Leica CM1950, автомат для гистологической обработки тканей с принадлежностями, Шкаф ламинарный 2-го класса биологической защиты, размер рабочей поверхности 150, Инкубатор персональный CO2- с системой мониторинга и повышения витальности клеток, система для автоматизированного культивирования клеток ComrasT Select, Сортир клеток высокоскоростной MoFlo Astrios EQ, Beckman Coulter, Система для подготовки образцов для полногеномного секвенирования Ion Chef™ Instrument, Thermo Fisher Scientific, Система анализа последовательностей ДНК Ion S5™ XL System, Thermo Fisher Scientific, Анализатор генетический Applied Biosystems 3500, Thermo Fisher Scientific, Система автоматизированная Biacore X100 System для анализа межмолекулярных взаимодействий, Система анализа реологических свойств биоматериалов HAAKE MARS III, Thermo Fisher Scientific, Микроскоп атомно-силовой (зондовый) BioScope Resolve, Bruker</p>	
<p>Аудитории для самостоятельной работы студентов</p> <p>Читальные залы Научной библиотеки ДВФУ с открытым доступом к фонду (корпус А - уровень 10)</p>	<p>Комплекты учебной мебели (столы и стулья)</p> <p>Моноблок HP ProOne 400 All-in-One 19,5 (1600x900), Core i3-4150T, 4GB DDR3-1600 (1x4GB), 1TB HDD 7200 SATA, DVD+/-RW, GigEth, Wi-Fi, BT, usb kbd/mse, Win7Pro (64-bit)+Win8.1Pro(64-bit), 1-1-1 Wty</p>	<p>– Microsoft Office Professional Plus 2010; офисный пакет, включающий программное обеспечение для работы с различными типами документов (текстами, электронными таблицами, базами данных и др.);</p> <p>– 7Zip 9.20 - свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных;</p>

	<p>Скорость доступа в Интернет 500 Мбит/сек. Рабочие места для людей с ограниченными возможностями здоровья оснащены дисплеями и принтерами Брайля; оборудованы: портативными устройствами для чтения плоскочечатных текстов, сканирующими и читающими машинами видеоувеличителем с возможностью регуляции цветowych спектров; увеличивающими электронными лупами и ультразвуковыми маркировщиками</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>– ABBYY FineReader 11 - программа для оптического распознавания символов;</li> <li>– Adobe Acrobat XI Pro – пакет программ для создания и просмотра электронных публикаций в формате PDF;</li> <li>– ESET Endpoint Security - комплексная защита рабочих станций на базе ОС Windows. Поддержка виртуализации + новые технологии;</li> <li>– Coogle Chrome.</li> </ul>
--	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

## X. ФОНДЫ ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### Перечень форм оценивания, применяемых на различных этапах формирования компетенций в ходе освоения дисциплины модуля

	Контролируемые разделы / темы дисциплины	Код и наименование индикатора достижения	Результаты обучения	Оценочные средства –	
				текущий контроль	промежуточная аттестация
1	Научные основы промышленной микробиологии	ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;</li> <li>- теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое применение для получения промышленным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов;</li> <li>- основные требования, предъявляемые к микроорганизмам-продуцентам.</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 1-21 УО-1 собеседование
			<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные представления об основах биотехнологических производств, генной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов;</li> <li>использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.</li> </ul>	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 1-21
			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</li> </ul>	ПР-6 практические задания	экзамен по вопросам 1-21



			<ul style="list-style-type: none"> <li>- методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> <li>- методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.</li> </ul>		
	ПК-7.1 Использует и применяет принципы получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> <li>- методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов;</li> <li>- методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 1-21 УО-1 собеседовани е
		Умеет	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных;</li> <li>- подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта;</li> <li>- проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма;</li> <li>- работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных;</li> <li>- выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов;</li> <li>- оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.</li> </ul>	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 1-21
		Навыки		ПР-6 практически е	экзамен по вопросам 1- 21

			<ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории;</li> <li>- методами расчета основных параметров биотехнологических процессов;</li> <li>- методами биотрансформации;</li> <li>- принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации</li> </ul>	задания	
	ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса	Знает	<ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 1-21 УО-1 собеседование
Умеет		<ul style="list-style-type: none"> <li>- осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции;</li> <li>- разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения;</li> <li>собирать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа</li> <li>- правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.</li> </ul>	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 1-21	
Навыки		<ul style="list-style-type: none"> <li>- владения способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;</li> <li>- по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию.</li> </ul>	ПР-6 практические задания	экзамен по вопросам 1-21	

2	Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробных клеток	ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;</li> <li>- теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое применение для получения промышленным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов;</li> <li>- основные требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам.</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 22-37 УО-1 собеседование
			<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные представления об основах биотехнологических производств, генной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов; использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.</li> </ul>	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 22-37
			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</li> <li>- методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> <li>- методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.</li> </ul>	ПР-6 практические задания	экзамен по вопросам 22-37
		ПК-7.1 Использует и применяет принципы получения, исследований и применения ферментов,	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 22-37 УО-1

		<p>вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности</p>	<p>- методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов; - методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.</p>		<p>собеседовани е</p>
			<p>Умеет - вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных; - подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта; - проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма; - работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных; - выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов; - оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.</p>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 22-37</p>
			<p>Навыки - приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории; - методами расчета основных параметров биотехнологических процессов; - методами биотрансформации; - принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации</p>	<p>ПР-6 практически е задания</p>	<p>экзамен по вопросам 22-37</p>
		<p>ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований</p>	<p>Знает - принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.</p>	<p>ПР-7 опорный конспект</p>	<p>экзамен по вопросам 22-37</p>

		технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса	Умеет - осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции; - разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения; собрать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа - правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.	ПР-4 реферат УО-3 доклад	
<b>3</b>	<b>Использование брожений и других процессов метаболизма</b>	ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	Знает - методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования; - теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое применение для получения индустриальным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов; - основные требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам.	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 38-45 УО-1 собеседование
			Умеет - применять современные представления об основах биотехнологических производств, генной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов; использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 38-45

			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</li> <li>- методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> <li>- методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.</li> </ul>	<p>ПР-6 практическое задания</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>
	<p>ПК-7.1 Использует и применяет принципы получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности</p>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> <li>- методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов;</li> <li>- методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.</li> </ul>	<p>УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45 УО-1 собеседование</p>	
		<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных;</li> <li>- подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта;</li> <li>- проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма;</li> <li>- работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных;</li> <li>- выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов;</li> <li>- оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.</li> </ul>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>	

			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории;</li> <li>- методами расчета основных параметров биотехнологических процессов;</li> <li>- методами биотрансформации;</li> <li>- принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации</li> </ul>	<p>ПР-6 практические задания</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>
		<p>ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках;</p> <p>разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса</p>	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.</li> </ul>	<p>УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45 УО-1 собеседование</p>
			<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции;</li> <li>- разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения;</li> <li>собирать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа</li> <li>- правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.</li> </ul>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>
			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владения способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;</li> <li>- по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию.</li> </ul>	<p>ПР-6 практические задания</p>	<p>экзамен по вопросам 38-45</p>

4	Производства, основанные на получении микробной биомассы	ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования;</li> <li>- теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое применение для получения промышленным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов;</li> <li>- основные требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам.</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 46-50 УО-1 собеседование
			<p>Умеет</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные представления об основах биотехнологических производств, генной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов; использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.</li> </ul>	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 46-50
			<p>Навыки</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</li> <li>- методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> <li>- методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.</li> </ul>	ПР-6 практически е задания	экзамен по вопросам 46-50
		ПК-7.1 Использует и применяет принципы получения, исследований и применения ферментов,	<p>Знает</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> </ul>	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 46-50 УО-1



		<p>вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности</p>	<p>- методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов; - методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.</p>		<p>собеседовани е</p>
			<p>Умеет - вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных; - подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта; - проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма; - работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных; - выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов; - оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.</p>	<p>ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50</p>
			<p>Навыки - приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории; - методами расчета основных параметров биотехнологических процессов; - методами биотрансформации; - принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации</p>	<p>ПР-6 практически е задания</p>	<p>экзамен по вопросам 46-50</p>

	ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные этапы биотехнологического процесса	Знает - принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.	УО-2 вопросы коллоквиума ПР-1 тест	экзамен по вопросам 46-50 УО-1 собеседование
		Умеет - осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции; - разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения; собрать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа - правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.	ПР-7 опорный конспект ПР-4 реферат УО-3 доклад	экзамен по вопросам 46-50
		Навыки - владения способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами; - по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию.	ПР-6 практические задания	экзамен по вопросам 46-50

### Шкала оценивания уровня сформированности компетенций

Код и формулировка компетенции	Этапы формирования компетенции	Критерии	Показатели	Баллы
--------------------------------	--------------------------------	----------	------------	-------

ПК-6.1 Применяет знания об основах биотехнологических и биомедицинских производств, микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования	знает (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы важнейших технологических и микробиологических процессов и их практическое применение для получения индустриальным способом ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов;</li> <li>- методы, аппаратное оформление и технологии производства специализированных биопрепаратов с использованием микробиологического синтеза, биокатализа, геной инженерии; основы микробной биотехнологии, селекции и генетического конструирования микроорганизмов;</li> <li>- основные требования, предъявляемые к микроорганизмам продуцентам.</li> </ul>	<b>знания только основного материала:</b> устройств и принципов работы современного лабораторного и производственного оборудования и специализированного оборудования, предусмотренного для использования в профессиональной сфере	<b>демонстрирует знания основного материала</b> по устройству и принципам работы современного лабораторного и производственного оборудования и специализированного оборудования, предусмотренного для использования в профессиональной сфере	61-75
	умеет (продвинутый)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- применять современные представления об основах биотехнологических производств, геной инженерии при отборе и исследовании микроорганизмов-продуцентов; использовать знания об основах микробной биотехнологии, селекционной работы для решения проблем в народном хозяйстве.</li> </ul>	<b>умение при решении практических вопросов и задач использовать знания основного материала в</b> составлении перечня производственного оборудования для организации производства лекарственных средств в соответствии с требованиями нормативной документации; поддержание оптимальных условий для биосинтеза целевого продукта; обеспечение условий	<b>демонстрирует на основе знаний решение практических вопросов и задач</b> в части составления перечня производственного оборудования для организации производства лекарственных средств в соответствии с требованиями нормативной документации; поддержания оптимальных условий для биосинтеза целевого продукта; обеспечения условий	76-85

			асептического проведения биотехнологического процесса	асептического проведения биотехнологического процесса	
	владеет (высокий)	<p>владения современными представлениями о методах генной инженерии, нанобиотехнологии, молекулярного моделирования для целей биотехнологии;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- владения методами самостоятельного поиска и анализа информации в области промышленной микробиологии и биотехнологии;</li> <li>- владения методами поиска, отбора и исследования микроорганизмов; знаниями о современной аппаратуре и оборудовании для выполнения научно-исследовательских работ.</li> </ul>	<p><b>глубокое и прочное владение знаниями, умениями и навыками</b> эксплуатации биореакторов и корректирования технологических параметров ферментации и применения специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере</p>	<p><b>демонстрирует навыки на основе глубоких и прочных знаний и умений</b> в эксплуатации биореакторов и корректирования технологических параметров ферментации и применения специализированного оборудования и медицинских изделий, предусмотренных для использования в профессиональной сфере</p>	86-100
ПК-7.1 Использует и применяет принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации в профессиональной деятельности	знает (пороговый уровень)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- теоретические основы получения различных биотехнологических продуктов;</li> <li>- закономерности кинетики роста микроорганизмов и образования продуктов метаболизма;</li> <li>- методы культивирования микроорганизмов классификацию ферментов, единицы активности ферментов;</li> <li>- методы получения ферментных препаратов; области применения ферментов в медицине.</li> </ul>	<p><b>знания только основного материала:</b> основных продуцентов и способов получения биотехнологических лекарственных веществ, их физические, химические и фармакологические свойства; биотехнологических процессов при производстве и изготовлении лекарственных средств; ресурсов природных биоценозов как источников биологически активных веществ (БАВ); современных достижений биологических наук и биомедицинских технологий</p>	<p><b>демонстрирует знания основного материала:</b> продуцентов и способов получения биотехнологических лекарственных веществ, их физические, химические и фармакологические свойства; биотехнологических процессов при производстве и изготовлении лекарственных средств; ресурсов природных биоценозов как источников биологически активных веществ (БАВ); современных достижений биологических наук и биомедицинских технологий</p>	61-75

<p>умеет (продвинутый)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- вести процесс культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных;</li> <li>- подбирать оптимальные условия, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта;</li> <li>- проводить выделение, идентификацию и культивирование микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма;</li> <li>- работать с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных;</li> <li>- выделять ферменты из различных объектов, исследовать свойства и определять кинетические параметры ферментов;</li> <li>- оценивать количественные характеристики роста микроорганизмов.</li> </ul>	<p><b>умение при решении практических вопросов и задач использовать знания основного материала</b> при ведении процесса культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных; подборе оптимальных условий, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта; проведении выделения, идентификации и культивировании микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма; работе с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных; выделении ферментов из различных объектов, исследовании свойства и определении кинетических параметров ферментов; оценке количественных характеристик роста микроорганизмов.</p>	<p><b>демонстрирует на основе знаний решение практических вопросов и задач</b> при ведении процесса культивирования микроорганизмов, клеточных культур растений и животных; подборе оптимальных условий, стимулирующие максимальное накопление целевого продукта; проведении выделения, идентификации и культивировании микроорганизмов продуцентов биомассы и различных продуктов метаболизма; работе с чистыми культурами микроорганизмов, растений и животных; выделении ферментов из различных объектов, исследовании свойства и определении кинетических параметров ферментов; оценке количественных характеристик роста микроорганизмов.</p>	<p>76-85</p>
<p>владеет (высокий)</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- приемами работы с микроорганизмами, культурами клеток растений и животных; правилами безопасной работы в лаборатории;</li> <li>- методами расчета основных параметров биотехнологических процессов;</li> <li>- методами биотрансформации;</li> </ul>	<p><b>глубокое и прочное владение знаниями, умениями и навыками</b> по осуществлению биотехнологических процессов производства и изготовления лекарственных средств; по получению готовых лекарственных форм из лекарственных средств биотехнологического</p>	<p><b>демонстрирует навыки на основе глубоких и прочных знаний и умений</b> в области биотехнологических процессов производства и изготовления лекарственных средств; получения готовых лекарственных форм из лекарственных средств биотехнологического</p>	<p>86-100</p>

		- принципами получения, исследований и применения ферментов, вирусов, микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, продуктов их биосинтеза и биотрансформации	происхождения; по выделению и очистке БАВ из биомассы и культуральной жидкости; по регулированию и совершенствованию биотехнологического процесса с целью получения высококачественного конечного продукта; по осуществлению постадийного контроля и стандартизации получаемых препаратов (определение антимикробной активности антибиотиков, активности ферментных препаратов, жизнеспособности микроорганизмов); по обеспечению соблюдения правил промышленной гигиены, охраны окружающей среды, охраны труда и техники безопасности; по выбору оптимальных условий хранения лечебно-диагностических препаратов и оцениванию их качества в процессе длительного хранения	происхождения; выделения и очистке БАВ из биомассы и культуральной жидкости; регулирования и совершенствования биотехнологического процесса с целью получения высококачественного конечного продукта; осуществления постадийного контроля и стандартизации получаемых препаратов (определение антимикробной активности антибиотиков, активности ферментных препаратов, жизнеспособности микроорганизмов); обеспечения соблюдения правил промышленной гигиены, охраны окружающей среды, охраны труда и техники безопасности; выбора оптимальных условий хранения лечебно-диагностических препаратов и оцениванию их качества в процессе длительного хранения	
ПК-17.1 Разрабатывает основные этапы технологической схемы, этапы исследований технологического процесса на опытных и опытно-промышленных установках; разрабатывает основные	знает (пороговый уровень)	принципы функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.	<b>знания только основного материала при использовании</b> принципов функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.	<b>демонстрирует знания основного материала:</b> при использовании принципов функционирования основных типов научного оборудования, применяемого в молекулярно-биологических экспериментах.	61-75

этапы биотехнологического процесса	умеет (продвинутый)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- осваивать технологические процессы в ходе подготовки производства новой продукции;</li> <li>- разрабатывать и внедрять новые технологические и методические решения;</li> <li>собирать и готовить исходные данные для выбора и обоснования научно-технических и организационных решений на основе экономического анализа;</li> <li>- правильно интерпретировать получаемые на научном оборудовании данные.</li> </ul>	<b>умение при решении практических вопросов и задач использовать знания основного материала</b> по проведению исследований и совершенствования биотехнологического процесса; в освоении технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции; в ходе интерпретации полученных на научном оборудовании данные.	<b>демонстрирует на основе знаний решение практических вопросов и задач</b> по проведению исследований и совершенствования биотехнологического процесса; в освоении технологических процессов в ходе подготовки производства новой продукции; в ходе интерпретации полученных на научном оборудовании данные.	76-85
	владеет (высокий)	<ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами;</li> <li>- навыками по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию.</li> </ul>	<b>глубокое и прочное владение знаниями, умениями и навыками</b> по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию; владение навыками по реализации и управлению биотехнологическими процессами.	<b>демонстрирует навыки на основе глубоких и прочных знаний и умений</b> по освоению новых типов приборов/оборудования, владеет базовыми навыками обслуживания и аккуратного отношения к научному оборудованию; владение навыками по реализации и управлению биотехнологическими процессами.	86-100

**Экзаменационные материалы,  
содержащие комплект утвержденных по установленной форме  
вопросов, экзаменационных билетов для экзамена**

1. Основные задачи «Комплексной программы развития биотехнологии РФ до 2020 года» в области промышленной биотехнологии.
2. История промышленной микробиологии.
3. Основные области биотехнологии, имеющие промышленное значение.
4. Характеристика основных объектов биотехнологии.
5. Общая характеристика микроорганизмов
6. Определения микроорганизмов, клеточных культур животных и растений, вирусов, ферментов, биологически активных химических веществ.
7. Общая классификация биотехнологической продукции.
8. Классификация биотехнологической продукции в области молекулярной биотехнологии.
9. Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов
10. Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста микроорганизмов.
11. Селекция микроорганизмов – продуцентов практически важных веществ
12. Использование генетической инженерии для получения практически полезных штаммов микроорганизмов
13. Культивирование микроорганизмов
14. Периодическое культивирование – начало изучения микробиологического синтеза.
15. Непрерывное культивирование микроорганизмов.
16. Количественные характеристики микроорганизмов.
17. Управляемое культивирование микроорганизмов.
18. Аэрация при культивировании микроорганизмов
19. Хранение микроорганизмов
20. Бактериофаги в микробиологической промышленности
21. Имобилизованные клетки микроорганизмов и их применение
22. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробных клеток
23. Образование антибиотиков в промышленных условиях.
24. Промышленное получение антибиотиков.
25. Потеря способности микроорганизмов к образованию антибиотиков



в промышленных условиях.

26. Витамин В12 (продуценты витамина В12; биосинтез витамина В12; функции витамина В12; получение и применение витамина В12).

27. Рибофлавин (продуценты рибофлавина; биосинтез рибофлавина; реакции, катализируемые флавопротеидами; получение и применение рибофлавина).

28. Эргостерин (продуценты эргостерина; биосинтез эргостерина; условия образования эргостерина дрожжами; получение и применение эргостерина).

29. Биосинтез каротиноидов.

30. Продуценты и промышленное получение каротиноидов.

31. Получение аминокислот с помощью иммобилизованных клеток и ферментов.

32. Биосинтез липидов.

33. Влияние условий культивирования на состав липидов.

34. Возможности промышленного получения липидов.

35. Биосинтез полисахаридов.

36. Условия культивирования микроорганизмов и биосинтез полисахаридов.

37. Промышленное получение микробных полисахаридов.

38. Спиртовое брожение в промышленной биотехнологии.

39. Пропионовокислое брожение в промышленной биотехнологии.

40. Ацетано-бутиловое в промышленной биотехнологии.

41. Молочнокислое брожение в промышленной биотехнологии.

42. Получение уксуса и другие аспекты использования уксуснокислых бактерий.

43. Микробиологические трансформации при синтезе витамина С.

44. Получение органических кислот.

45. Трансформация органических соединений.

46. Производства, основанные на получении микробной биомассы.

47. Получение белка.

48. История использования микроорганизмов для получения белка.

49. Производство вакцин, бактериофагов и препаратов, нормализующих микрофлору человека.

50. Лечебно-профилактические препараты бактериофагов.

**Критерии выставления оценки обучающимся на экзамене  
по дисциплине  
«Промышленная микробиология и биотехнология»**

<b>Баллы (рейтингов ой оценки)</b>	<b>Оценка зачета/ экзамена (стандартная)</b>	<b>Требования к сформированным компетенциям</b>
100-85 баллов	<i>«отлично»</i>	Оценка «отлично» выставляется обучающемуся, если он глубоко и прочно усвоил программный материал, исчерпывающе, последовательно, четко и логически стройно его излагает, умеет тесно увязывать теорию с практикой, свободно справляется с задачами, вопросами и другими видами применения знаний, причем не затрудняется с ответом при видоизменении заданий, использует в ответе материал монографической литературы, правильно обосновывает принятое решение, владеет разносторонними навыками и приемами выполнения практических задач.
85-76 баллов	<i>«хорошо»</i>	Оценка «хорошо» выставляется обучающемуся, если он твердо знает материал, грамотно и по существу излагает его, не допуская существенных неточностей в ответе на вопрос, правильно применяет теоретические положения при решении практических вопросов и задач, владеет необходимыми навыками и приемами их выполнения.
75-61 балл	<i>«удовлетворительно»</i>	Оценка «удовлетворительно» выставляется обучающемуся, если он имеет знания только основного материала, но не усвоил его деталей, допускает неточности, недостаточно правильные формулировки, нарушения логической последовательности в изложении программного материала, испытывает затруднения при выполнении практических работ.
60-50 баллов	<i>«неудовлетворительно»</i>	Оценка «неудовлетворительно» выставляется обучающемуся, который не знает значительной части программного материала, допускает существенные ошибки, неуверенно, с большими затруднениями выполняет практические работы. Как правило, оценка «неудовлетворительно» ставится обучающимся, которые не могут продолжить обучение без дополнительных занятий по соответствующей дисциплине.



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования

«Дальневосточный федеральный университет»  
(ДФУ)

Школа биомедицины  
(ШБМ)

Реализующий Департамент медицинской биологии и биотехнологии

ОП	19.03.01 Молекулярная биотехнология
Дисциплина	Промышленная микробиология и биотехнология
Форма обучения	Очная
Семестр	7 (осенний) 20__-20__ учебного года

**Экзаменационный билет № \_\_ 1 \_\_**

1. Основные области биотехнологии, имеющие промышленное значение.
2. Периодическое культивирование – начало изучения микробиологического синтеза.
3. Промышленное получение микробных полисахаридов.

Директор Департамента

\_\_\_\_\_

## **Комплекты оценочных средств для текущей аттестации**

### **Оформление опорного конспекта по дисциплине Промышленная микробиология и биотехнология**

1. История промышленной микробиологии
  - 1.1 Хронологические этапы развития микробиологии для биотехнологии.
  2. Общая характеристика микроорганизмов
    - 2.1 Аукариоты (вирусы и вероиды).
    - 2.2 Прокариоты (бактерии).
    - 2.3 Эукариоты (грибы, водоросли, простейшие, высшие растения, животные).
    - 2.4 Ферменты.
    - 2.5 Биологически активные химические вещества.
    - 2.6 Культуры эукариотических клеток.
  3. Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов
    - 3.1 Основные понятия.
    - 3.2 Регуляция на уровне биосинтеза белков.
    - 3.3 Регуляция активности готовых белковых посредников.
    - 3.4 Регуляция интегральных мембранных процессов у микроорганизмов.
    - 3.5 Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста микроорганизмов.
  4. Селекция микроорганизмов – продуцентов практически важных веществ
    - 4.1 Выбор исходного микроорганизма для селекции.
    - 4.2 Подготовка исходного штамма к селекционной работе.
    - 4.3 Получение мутантов.
    - 4.4 Методы отбора мутантов с повышенным уровнем продукции.
    - 4.5 Метод получения генетических рекомбинатов.
  5. Использование генетической инженерии для получения практически полезных штаммов микроорганизмов
    - 5.1 Получение белков человека и животных.
    - 5.2 Конструирование штаммов продуцентов первичных и вторичных метаболитов.
  6. Культивирование микроорганизмов
    - 6.1 Периодическое культивирование – начало изучения микробиологического синтеза.

- 6.2 Непрерывное культивирование микроорганизмов.
- 6.3 Количественные характеристики микроорганизмов.
- 6.4 Управляемое культивирование микроорганизмов.
- 7. Аэрация при культивировании микроорганизмов
  - 7.1 Влияние концентрации растворенного в среде кислорода на рост микроорганизмов.
  - 7.2 Транспорт кислорода из воздуха в культуральную среду и к микроорганизмам.
  - 7.3 Математическое описание абсорбции кислорода в периодически действующем аппарате при культивировании микроорганизмов.
  - 7.4 Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате без микроорганизмов.
  - 7.5 Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате при культивировании микроорганизмов.
  - 7.6 Абсорбция кислорода в непрерывно действующем аппарате для культивирования микроорганизмов.
- 8. Хранение микроорганизмов
  - 8.1 Периодические пересевы (или «субкультивирование»).
  - 8.2 Хранение микроорганизмов при низких и ультранизких температурах.
  - 8.3 Лиофилизация.
  - 8.4 Хранение микроорганизмов в высушенном состоянии.
  - 8.5 Хранение под минеральным маслом.
  - 8.6 Хранение отдельных групп микроорганизмов.
  - 8.7 Определение жизнеспособности культур.
- 9. Бактериофаги в микробиологической промышленности
  - 9.1 Многообразие и общие свойства бактериофагов.
  - 9.2 Попадание фагов на производство.
  - 9.3 Основные стадии развития и простейшие методы исследования бактериофагов.
  - 9.4 Особенности развития умеренных фагов (лизогенизации и индукции).
  - 9.5 Носительство (псевдолизогения) и инфекция клеток permanently развивающимися фагами (ПРФ-инфекция).
  - 9.6 Простые способы идентификации бактериофагов.
  - 9.7 Дефектные фаги. Понятие о существенных и несущественных (добавочных) генах.
  - 9.7 Принципы и методы классификации бактериофагов.
  - 9.8 Фаговый профиль завода (ФПЗ).

9.9 Механизмы фагоустойчивости бактерий и способы предотвращения фаголизисов.

9.10 Бактериофаги в генетике и селекции промышленных продуцентов.

9.11 Общебиологическая значимость исследования бактериофагов.

10. Иммуобилизованные клетки микроорганизмов и их применение

10.1 Методы иммуобилизации клеток микроорганизмов.

10.2 Особенности живых иммуобилизованных клеток микроорганизмов.

### **Критерии оценки:**

✓ 100-86 баллов – ответ показывает глубокое и систематическое знание всего программного материала и структуры конкретного вопроса, а также основного содержания и новаций лекционного курса по сравнению с учебной литературой; демонстрирует отчетливое и свободное владение концептуально-понятийным аппаратом, научным языком и терминологией, ответ показывает знание основной литературы и знакомство с дополнительно рекомендованной литературой, логически корректное и убедительное изложение ответа.

✓ 85-76 баллов – знание узловых проблем программы и основного содержания лекционного курса; умение пользоваться концептуально-понятийным аппаратом в процессе анализа основных проблем в рамках данной темы; знание важнейших работ из списка рекомендованной литературы. В целом логически корректное, но не всегда точное и аргументированное изложение ответа.

✓ 75-61 балл – фрагментарные, поверхностные знания важнейших разделов программы и содержания лекционного курса; затруднения с использованием научно-понятийного аппарата и терминологии учебной дисциплины; неполное знакомство с рекомендованной литературой; частичные затруднения с выполнением предусмотренных программой заданий; стремление логически определенно и последовательно изложить ответ.

✓ 60-50 баллов – незнание, либо отрывочное представление о данной проблеме в рамках учебно-программного материала; неумение использовать понятийный аппарат; отсутствие логической связи в ответе.

### **Темы рефератов и докладов**

#### **по дисциплине Промышленная микробиология и биотехнология**

1. Объекты биотехнологии (биологические системы, используемые в биотехнологии).

2. Биообъекты. Способы их создания и совершенствования.

3. Способы и системы культивирования микроорганизмов.

4. Использование молекулярных механизмов внутриклеточной регуляции в биотехнологическом производстве.
5. Ферментационные процессы в промышленности.
6. Управление технологическими режимами периодических и полупериодических процессов ферментации.
7. Биокатализ и биотрансформация.
8. Экстракционные методы выделения продуктов метаболизма.
9. Сорбционные методы выделения продуктов биосинтеза.
10. Современное состояние и проблемы производства аминокислот.
11. Современное состояние и проблемы производства биологически активных веществ.
12. Современное состояние и проблемы производства антибиотиков.
13. Современное состояние и проблемы производства инсулина.
14. Современное состояние и проблемы получения пектинов.
15. Современное состояние и проблемы получения каротиноидов.
16. Проблемы производства биологически активных молекул.
17. Использование генетической инженерии для получения практически полезных штаммов микроорганизмов.
18. Оптимизация биотехнологических процессов с помощью программных продуктов.
19. Сверхсинтез продуктов метаболизма с использованием генетических методов.
20. Влияние условий культивирования на стабильность плазмид и биосинтетическую активность рекомбинантных штаммов бактерий.

### Критерии оценки презентации доклада:

Оценка	50-60 баллов (неудовлетворительно)	61-75 баллов (удовлетворительно)	76-85 баллов (хорошо)	86-100 баллов (отлично)
<b>Критерии</b>	<b>Содержание критериев</b>			
<b>Раскрытие проблемы</b>	Проблема не раскрыта. Отсутствуют выводы	Проблема раскрыта не полностью. Выводы не сделаны и/или выводы не обоснованы	Проблема раскрыта. Проведен анализ проблемы без привлечения дополнительной литературы. Не все выводы сделаны и/или обоснованы	Проблема раскрыта полностью. Проведен анализ проблемы с привлечением дополнительной литературы. Выводы обоснованы

<b>Представление</b>	Представляемая информация логически не связана. Не использованы профессиональные термины	Представляемая информация не систематизирована и/или не последовательна. Использовано 1-2 профессиональных термина	Представляемая информация не систематизирована и последовательна. Использовано более 2 профессиональных терминов	Представляемая информация систематизирована, последовательна и логически связана. Использовано более 5 профессиональных терминов
<b>Оформление</b>	Не использованы технологии Power Point. Больше 4 ошибок в представляемой информации	Использованы технологии Power Point частично. 3-4 ошибки в представляемой информации	Использованы технологии Power Point. Не более 2 ошибок в представляемой информации	Широко использованы технологии (Power Point и др.). Отсутствуют ошибки в представляемой информации
<b>Ответы на вопросы</b>	Нет ответов на вопросы	Только ответы на элементарные вопросы	Ответы на вопросы полные и/или частично полные	Ответы на вопросы полные, с приведением примеров и/или пояснений

**Вопросы для коллоквиумов, собеседования**  
по дисциплине Промышленная микробиология и биотехнология

**Раздел 1. Научные основы промышленной микробиологии.**

**Тема 1.** История промышленной микробиологии.

2. Хронологические этапы развития микробиологии для биотехнологии.

**Тема 2.** Общая характеристика микроорганизмов.

7. Аукариоты (вирусы и вероиды).

8. Прокариоты (бактерии).

9. Эукариоты (грибы, водоросли, простейшие, высшие растения, животные).

10. Ферменты.

11. Биологически активные химические вещества.

12. Культуры эукариотических клеток.

**Тема 3.** Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов.

6. Основные понятия.

7. Регуляция на уровне биосинтеза белков.

8. Регуляция активности готовых белковых посредников.

9. Регуляция интегральных мембранных процессов у микроорганизмов.

10. Взаимодействие регуляторных механизмов при управлении скоростью роста микроорганизмов.

**Тема 4.** Селекция микроорганизмов – продуцентов практически важных веществ.

6. Выбор исходного микроорганизма для селекции.



7. Подготовка исходного штамма к селекционной работе.
8. Получение мутантов.
9. Методы отбора мутантов с повышенным уровнем продукции.
10. Метод получения генетических рекомбинатов.

**Тема 5.** Использование генетической инженерии для получения практически полезных штаммов микроорганизмов.

3. Получение белков человека и животных.
4. Конструирование штаммов продуцентов первичных и вторичных метаболитов.

**Тема 6.** Культивирование микроорганизмов.

5. Периодическое культивирование – начало изучения микробиологического синтеза.

6. Непрерывное культивирование микроорганизмов.
7. Количественные характеристики микроорганизмов.
8. Управляемое культивирование микроорганизмов.

**Тема 7.** Аэрация при культивировании микроорганизмов.

7. Влияние концентрации растворенного в среде кислорода на рост микроорганизмов.

8. Транспорт кислорода из воздуха в культуральную среду и к микроорганизмам.

9. Математическое описание абсорбции кислорода в периодически действующем аппарате при культивировании микроорганизмов.

10. Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате без микроорганизмов.

11. Абсорбция кислорода в периодически действующем аппарате при культивирования микроорганизмов.

12. Абсорбция кислорода в непрерывно действующем аппарате для культивирования микроорганизмов.

**Тема 8.** Хранение микроорганизмов.

8. Периодические пересевы (или «субкультивирование»).

9. Хранение микроорганизмов при низких и ультранизких температурах.

10. Лиофилизация.

11. Хранение микроорганизмов в высушенном состоянии.

12. Хранение под минеральным маслом.

13. Хранение отдельных групп микроорганизмов.

14. Определение жизнеспособности культур.

**Тема 9.** Бактериофаги в микробиологической промышленности  
Многообразие и общие свойства бактериофагов.

12. Попадание фагов на производство.

13. Основные стадии развития и простейшие методы исследования бактериофагов.

14. Особенности развития умеренных фагов (лизогенизации и индукции).

15. Носительство (псевдолизогения) и инфекция клеток permanently развивающимися фагами (ПРФ-инфекция).

16. Простые способы идентификации бактериофагов.

17. Дефектные фаги. Понятие о существенных и несущественных (добавочных) генах.

18. Принципы и методы классификации бактериофагов.

19. Фаговый профиль завода (ФПЗ).

20. Механизмы фагоустойчивости бактерий и способы предотвращения фаголизисов.

21. Бактериофаги в генетике и селекции промышленных продуцентов.

22. Общебиологическая значимость исследования бактериофагов.

**Тема 10. Имобилизованные клетки микроорганизмов и их применение.**

3. Методы иммобилизации клеток микроорганизмов.

4. Особенности живых иммобилизованных клеток микроорганизмов.

**Раздел 2. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробных клеток.**

**Тема 1. Антибиотики.**

10. Образование антибиотиков в промышленных условиях.

11. Пути повышения биосинтеза антибиотиков микроорганизмами.

12. Двухфазный характер развития продуцентов антибиотиков.

13. Лабораторный регламент.

14. Промышленное получение антибиотиков.

15. Промышленный метод получения полусинтетических антибиотиков.

16. Потеря способности микроорганизмов к образованию антибиотиков в промышленных условиях.

17. Применение антибиотиков.

18. Антибиотики – специфические ингибиторы ряда реакций метаболизма.

**Тема 2. Витамины.**

4. Витамин В<sub>12</sub> (продуценты витамина В<sub>12</sub>; биосинтез витамина В<sub>12</sub>; функции витамина В<sub>12</sub>; получение и применение витамина В<sub>12</sub>).

5. Рибофлавин (продуценты рибофлавина; биосинтез рибофлавина; реакции, катализируемые флавопротеидами; получение и применение рибофлавина).

6. Эргостерин (продуценты эргостерина; биосинтез эргостерина; условия образования эргостерина дрожжами; получение и применение эргостерина).

**Тема 3. Каротиноиды.**

6. Биосинтез каротиноидов.

7. Локализация и функции каротиноидов.

8. Условия образования каротиноидов микроорганизмами.

9. Продуценты и промышленное получение каротиноидов.

10. Использование каротиноидов в народном хозяйстве.

**Тема 4. Гиббереллины.**

**Тема 5. Алкалоиды.**

**Тема 6. Аминокислоты.**

6. Биосинтез глутаминовой кислоты.

7. Биосинтез лизина.

8. Регуляция биосинтеза аминокислот.

9. Получение аминокислот с помощью иммобилизованных клеток и ферментов.

10. Получение оптических изомеров аминокислот путем применения ацилаз микроорганизмов.

**Тема 7. Нуклеотиды**

5. Синтез АТФ.

6. Синтез никотинамиддинуклеотида.

7. Синтез инозиновой кислоты.

8. Синтез гуанозинполифосфатов.

**Тема 8. Ферменты.**

6. Особенности ферментов микроорганизмов.

7. Ферменты микроорганизмов, применяемые в производстве.

8. Штаммы-продуценты и культивирование.

9. Выделение и стабилизация ферментов.

10. Применение ферментов микроорганизмов.

**Тема 9. Липиды.**

7. Состав и содержание липидов у микроорганизмов.

8. Продуценты липидов.

9. Биосинтез липидов.

10. Влияние условий культивирования на состав липидов.

11. Возможности промышленного получения липидов.

12. Практическое применение липидов.

**Тема 10. Полисахариды.**

7. Полисахариды цитоплазмы и мембранных структур.

8. Полисахариды клеточных стенок.
9. Внеклеточные полисахариды.
10. Биосинтез полисахаридов.
11. Условия культивирования микроорганизмов и биосинтез полисахаридов.
12. Промышленное получение микробных полисахаридов.

### **Раздел 3. Использование брожений и других процессов метаболизма.**

#### **Тема 1. Спиртовое брожение**

5. Физиология дрожжей и химизм спиртового брожения.
6. Характеристика дрожжей, применяемых в промышленности.
7. Использование дрожжей в промышленности.
8. Дрожжи – возбудители инфекции на производстве.

#### **Тема 2. Молочнокислое брожение.**

5. Общая характеристика молочнокислых бактерий.
6. Распространение и взаимоотношения с другими микроорганизмами.
7. Использование молочнокислых бактерий.
8. Молочнокислые бактерии – возбудители инфекции.

#### **Тема 3. Пропионовокислое брожение.**

4. Общая характеристика пропионовокислых бактерий.
5. Пропионовокислые бактерии в производстве сыра и других продуктов питания.
6. Другие области применения пропионовокислых бактерий.

#### **Тема 4. Ацетоно-бутиловое брожение.**

7. Особенности ацетоно-бутилового брожения.
8. Производственные среды.
9. Поддержание культуры бактерий и подготовка инокулята.
10. Брожение.
11. Инфицирование в условиях ацетоно-бутилового брожения.
12. Перегонка ацетоно-бутиловой бражки.

#### **Тема 5. Получение уксуса и другие аспекты использования уксуснокислых бактерий.**

7. Общая характеристика уксуснокислых бактерий.
8. Окислительные трансформации органических соединений.
9. Микробиологические трансформации при синтезе витамина С.
10. Получение диоксиацетона.
11. Получение спиртового уксуса.
12. Синтез полисахаридов.

#### **Тема 6. Получение органических кислот**

3. Получение органических кислот из углеводов.

4. Получение органических кислот из Н-алканов.

**Тема 7. Трансформация органических соединений.**

16. Процессы микробной химии.

17. Трансформация растущей культурой в периодических условиях.

18. Трансформация суспензиями неразмножающихся клеток.

19. Трансформации, осуществляемые спорами грибов и актиномицетов.

20. Непрерывные методы культивирования.

21. Кометаболизм.

22. Применение поврежденных и дезинтегрированных клеток.

23. Ингибирование определённых участков метаболических путей.

24. Применение мутантов с заблокированным синтезом определенных ферментов.

25. Конструирование штаммов с повышенной способностью к трансформации.

26. Ферментные препараты и иммобилизованные ферменты.

27. Иммобилизация клеток.

28. Политрансформации.

29. Микроорганизмы, трансформирующие органические соединения.

30. Примеры трансформации органических соединений.

**Раздел 4. Производства, основанные на получении микробной биомассы**

**Тема 1. Получение белка**

6. История использования микроорганизмов для получения белка.

7. Питательная ценность белков.

8. Безвредность микробной массы.

9. Процесс и принципы контроля выращивания микроорганизмов.

10. Основные виды сырья и используемые микроорганизмы.

**Тема 2. Производство вакцин, бактериофагов и препаратов, нормализующих микрофлору человека**

4. Вакцины.

5. Лечебно-профилактические препараты бактериофагов.

6. Бактериальные препараты, нормализующие микрофлору.

**Тема 3. Получение азотфиксирующих бактериальных препаратов**

6. Свойства клубеньковых бактерий.

7. Роль клубеньковых бактерий в азотном балансе почвы.

8. Препараты клубеньковых бактерий.

9. Применение препаратов клубеньковых бактерий.

10. Другие азотфиксаторы.

**Тема 4.** Повреждение микроорганизмами материалов и способы их защиты.

6. Признаки повреждения материалов микроорганизмами.
7. Микроорганизмы, повреждающие металлы и методы их обнаружения.
8. Причины повреждения материалов микроорганизмами.
9. Физико-химические факторы среды и повреждение материалов микроорганизмами.
10. Способы защиты материалов.
11. Методы определения устойчивости материалов к воздействию микроорганизмов.

**Критерии оценки:**

✓ 100-85 баллов – ответ показывает прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа; умение приводить примеры современных проблем изучаемой области.

✓ 85-76 баллов – ответ, обнаруживающий прочные знания основных процессов изучаемой предметной области, отличается глубиной и полнотой раскрытия темы; владение терминологическим аппаратом; умение объяснять сущность, явлений, процессов, событий, делать выводы и обобщения, давать аргументированные ответы, приводить примеры; свободное владение монологической речью, логичность и последовательность ответа, однако допускается одна – две неточности в ответе.

✓ 75-61 балл – оценивается ответ, свидетельствующий в основном о знании процессов изучаемой предметной области, отличающийся недостаточной глубиной и полнотой раскрытия темы; знанием основных вопросов теории; слабо сформированными навыками анализа явлений, процессов, недостаточным умением давать аргументированные ответы и приводить примеры; недостаточно свободным владением монологической речью, логичностью и последовательностью ответа; допускается несколько ошибок в содержании ответа; неумение привести пример развития ситуации, провести связь с другими аспектами изучаемой области.

✓ 60-50 баллов – ответ, обнаруживающий незнание процессов изучаемой предметной области, отличающийся неглубоким раскрытием темы; незнанием основных вопросов теории, несформированными навыками анализа явлений, процессов; неумением давать аргументированные ответы,

слабым владением монологической речью, отсутствием логичности и последовательности; допускаются серьезные ошибки в содержании ответа; незнание современной проблематики изучаемой области.

**Примерное содержание методических рекомендаций,  
определяющих процедуры оценивания результатов освоения дисциплины  
Промышленная микробиология и биотехнология**

**Текущая аттестация обучающихся.** Текущая аттестация обучающихся по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. Текущая аттестация по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология» проводится в форме контрольных мероприятий (*защиты опорного конспекта, ответов на вопросы коллоквиума, оформления выполненного практического занятия по кейс-задаче и подготовке дискуссионной темы*) по оцениванию фактических результатов обучения обучающихся и осуществляется ведущим преподавателем.

Объектами оценивания выступают:

- учебная дисциплина (активность на занятиях, своевременность выполнения различных видов заданий, посещаемость всех видов занятий по аттестуемой дисциплине);
- степень усвоения теоретических знаний;
- уровень овладения практическими умениями и навыками по всем видам учебной работы;
- результаты самостоятельной работы.

По каждому объекту дается характеристика процедур оценивания в привязке к используемым оценочным средствам.

**Промежуточная аттестация обучающихся.** Промежуточная аттестация обучающихся по дисциплине «Промышленная микробиология и биотехнология» проводится в соответствии с локальными нормативными актами ДВФУ и является обязательной. В зависимости от вида промежуточного контроля по дисциплине и формы его организации использованы различные критерии оценки знаний, умений и навыков.

Промежуточная аттестация предусмотрена по дисциплине в виде **экзамена**, в устной форме с использованием устного опроса в форме ответов на вопросы экзаменационного билета и устного опроса в форме собеседования.

Дается краткая характеристика процедуры применения используемого оценочного средства.