

МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«КУБАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
имени И.Т. ТРУБИЛИНА»

Факультет пищевых производств и биотехнологий  
Биотехнологии, биохимии и биофизики



УТВЕРЖДЕНО:

Декан, Руководитель подразделения  
Степовой А.В.  
(протокол от 19.03.2024 № 7)

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)  
«БИОТЕХНОЛОГИЯ МИКРОБНОГО СИНТЕЗА»**

Уровень высшего образования: магистратура

Направление подготовки: 19.04.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки: Прикладная биотехнология

Квалификация (степень) выпускника: магистр

Форма обучения: очная

Год набора: 2024

Срок получения образования: 2 года

Объем: в зачетных единицах: 5 з.е.  
в академических часах: 180 ак.ч.

2024

**Разработчики:**

Доцент, кафедра биотехнологии, биохимии и биофизики  
Копыльцов С.В.

Заведующий кафедрой, кафедра биотехнологии, биохимии и биофизики  
Гнеуш А.Н.

Рабочая программа дисциплины (модуля) составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки Направление подготовки: 19.04.01 Биотехнология, утвержденного приказом Минобрнауки России от 10.08.2021 №731

**Согласование и утверждение**

№	Подразделение или коллегиальный орган	Ответственное лицо	ФИО	Виза	Дата, протокол (при наличии)
1	Биотехнологии, биохимии и биофизики	Руководитель образовательной программы	Гнеуш А.Н.	Согласовано	11.03.2024, № 23
2	Факультет пищевых производств и биотехнологий	Председатель методической комиссии/совета	Щербакова Е.В.	Согласовано	18.03.2024, № 7

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины (модуля)

Цель освоения дисциплины - «Биотехнология микробного синтеза» является формирование комплекса знаний научных основ культивирования микроорганизмов и биохимических основ процессов их метаболизма для получения целевых метаболитов, значения влияния состава питательной среды, внешних факторов на скорость накопления продуктов метаболизма и их свойства.

Задачи изучения дисциплины:

- сформировать у обучающихся знания в области основ культивирования микроорганизмов и биохимических основ процессов их метаболизма ;
- сформировать у обучающихся знания в области выделения получения целевых метаболитов процессов микробного синтеза ;
- сформировать у обучающихся знания в области изучения влияния состава питательной среды, внешних факторов на скорость накопления продуктов метаболизма и их свойства.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

*Компетенции, индикаторы и результаты обучения*

ПК-ПЗ Способен разработать и внедрить в производство технологию микробного синтеза и обеспечить управление его качеством и безопасностью

ПК-ПЗ.1 Проводит анализ биологических объектов микробного синтеза

*Знать:*

ПК-ПЗ.1/Зн1 методологию проведения анализа биологических объектов микробного синтеза

*Уметь:*

ПК-ПЗ.1/Ум1 проводить анализ биологических объектов микробного синтеза

*Владеть:*

ПК-ПЗ.1/Нв1 методологией и навыками проведения анализа биологических объектов микробного синтеза

ПК-ПЗ.2 Организует выполнение работ по профилактике, предотвращению экологических нарушений технологических процессов при глубокой переработке зерновых и других сельскохозяйственных культур

*Знать:*

ПК-ПЗ.2/Зн1 особенности выполнения работ по профилактике, предотвращению экологических нарушений технологических процессов при глубокой переработке зерновых и других сельскохозяйственных культур

*Уметь:*

ПК-ПЗ.2/Ум1 проводить работы по профилактике, предотвращению экологических нарушений технологических процессов при глубокой переработке зерновых и других сельскохозяйственных культур

*Владеть:*

ПК-ПЗ.2/Нв1 навыками организации и проведения работ по профилактике, предотвращению экологических нарушений технологических процессов при глубокой переработке зерновых и других сельскохозяйственных культур

ПК-ПЗ.3 Разрабатывает меры по соблюдению экологической чистоты технологических процессов получения биоудобрений, пробиотиков, кормового белка

*Знать:*

ПК-ПЗ.3/Зн1 механизм разработки мер по соблюдению экологической чистоты технологических процессов получения биоудобрений, пробиотиков, кормового белка

*Уметь:*

ПК-ПЗ.3/Ум1 разрабатывать меры по соблюдению экологической чистоты технологических процессов получения биоудобрений, пробиотиков, кормового белка

*Владеть:*

ПК-ПЗ.3/Нв1 навыками разработки и применени мер по соблюдению экологической чистоты технологических процессов получения биоудобрений, пробиотиков, кормового белка

### 3. Место дисциплины в структуре ОП

Дисциплина (модуль) «Биотехнология микробного синтеза» относится к формируемой участниками образовательных отношений части образовательной программы и изучается в семестре(ах): 4.

В процессе изучения дисциплины студент готовится к видам профессиональной деятельности и решению профессиональных задач, предусмотренных ФГОС ВО и образовательной программой.

### 4. Объем дисциплины и виды учебной работы

Период обучения	Общая трудоемкость (часы)	Общая трудоемкость (ЗЕТ)	Контактная работа (часы, всего)	Внеаудиторная контактная работа (часы)	Лабораторные занятия (часы)	Лекционные занятия (часы)	Практические занятия (часы)	Самостоятельная работа (часы)	Промежуточная аттестация (часы)
Четвертый семестр	180	5	97	1	32	32	32	83	Зачет с оценкой
Всего	180	5	97	1	32	32	32	83	

### 5. Содержание дисциплины

#### 5.1. Разделы, темы дисциплины и виды занятий

(часы промежуточной аттестации не указываются)

Наименование раздела, темы	Всего	Внеаудиторная контактная работа	Лабораторные занятия	Лекционные занятия	Практические занятия	Самостоятельная работа	Планируемые результаты обучения, соответствующие с результатами освоения программы

<b>Раздел 1. Производство микробной биомассы и продуктов микробного синтеза: история, характеристика, основные понятия, основные продукты.</b>	<b>77</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>14</b>		<b>30</b>	ПК-ПЗ.1
Тема 1.1. Производство микробной биомассы и продуктов	21	1	6	4		10	
Тема 1.2. Микроорганизмы продуценты	28		12	6		10	
Тема 1.3. Питание микроорганизмов	28		14	4		10	
<b>Раздел 2. Культивирование микроорганизмов</b>	<b>14</b>			<b>4</b>		<b>10</b>	ПК-ПЗ.1
Тема 2.1. Типы и способы культивирования	12			2		10	
Тема 2.2. Взаимосвязь и регуляция обменных процессов в микробной клетке.	2			2			
<b>Раздел 3. Технологические аспекты производства продуктов микробного синтеза.</b>	<b>89</b>			<b>14</b>	<b>32</b>	<b>43</b>	ПК-ПЗ.2 ПК-ПЗ.3
Тема 3.1. Оборудование	24			6	8	10	
Тема 3.2. Продукты микробного синтеза: антибиотики	14			2	6	6	
Тема 3.3. Продукты микробного синтеза витамины.	14			2	6	6	
Тема 3.4. Продукты микробного синтеза: аминокислоты.	16			2	6	8	
Тема 3.5. Продукты микробного синтеза: липиды	21			2	6	13	
<b>Итого</b>	<b>180</b>	<b>1</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>32</b>	<b>83</b>	

## 5. Содержание разделов, тем дисциплин

**Раздел 1. Производство микробной биомассы и продуктов микробного синтеза: история, характеристика, основные понятия, основные продукты.**

*(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 32ч.; Лекционные занятия - 14ч.; Самостоятельная работа - 30ч.)*

*Тема 1.1. Производство микробной биомассы и продуктов*

*(Внеаудиторная контактная работа - 1ч.; Лабораторные занятия - 6ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)*

Первые производства на основе мик-робного синтеза. Основные продуценты и продукты с древних времен до современности. Принципы приго-товления питательных сред для штаммовпродуцентов. Типы питательных сред и стерильность

*Тема 1.2. Микроорганизмы продуценты*

*(Лабораторные занятия - 12ч.; Лекционные занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)*

Сравнительная характеристика различных групп продуцентов. Биология дрожжей. Особенности клеточного строения дрожжей. Типовая схема биотехнологического производства. Приготовление жидких лабораторных заквасок (инокулята)

### *Тема 1.3. Питание микроорганизмов*

*(Лабораторные занятия - 14ч.; Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)*

Особенности метаболизма продуцентов. Сравнение метаболических путей аскомицетовых, базидиомицетовых дрожжей и прокариотических организмов. Типовая схема биотехнологического производства. Приготовление жидких лабораторных заквасок (инокулята)

## **Раздел 2. Культивирование микроорганизмов**

***(Лекционные занятия - 4ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)***

### *Тема 2.1. Типы и способы культивирования*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)*

Принципы выбора условий культивирования микроорганизмов.

Управление ферментацией с помощью условий культивирования.

Морфологические особенности дрожжей.

Влияние факторов внешней среды на жизнедеятельность и биосинтетическую способность микроорганизмов

Влияние абиотических и биотических факторов среды на жизнедеятельность и биосинтетическую способность микроорганизмов.

Морфологические особенности дрожжей

### *Тема 2.2. Взаимосвязь и регуляция обменных процессов в микробной клетке.*

*(Лекционные занятия - 2ч.)*

Взаимосвязь и регуляция обменных процессов в микробной клетке.

Контроль транскрипции. Взаимопревращение. Модуляция лигандами. Накопление ферментов при твердофазном культивировании микомицета

## **Раздел 3. Технологические аспекты производства продуктов микробного синтеза.**

***(Лекционные занятия - 14ч.; Практические занятия - 32ч.; Самостоятельная работа - 43ч.)***

### *Тема 3.1. Оборудование*

*(Лекционные занятия - 6ч.; Практические занятия - 8ч.; Самостоятельная работа - 10ч.)*

Особенности устройства ферментеров для аэробного, сверхаэробного, анаэробного, строгоанаэробного культивирования. Особенности стерилизации при непрерывном культивировании. Накопление ферментов при твердофазном культивировании микомицета

### *Тема 3.2. Продукты микробного синтеза: антибиотики*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

Особенности технологического процесса производства антибиотиков: продуценты, варианты технологических линий, особенности процессов выделения и очистки.

Закономерности роста микроорганизмов в глубинной культуре

### *Тема 3.3. Продукты микробного синтеза витамины.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 6ч.)*

Особенности технологического процесса производства витаминов: продуценты, варианты технологических линий, особенности процессов выделения и очистки. Микробный синтез молочной кислоты

*Тема 3.4. Продукты микробного синтеза: аминокислоты.*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 8ч.)*

Особенности технологического процесса производства липидов: продуценты, варианты технологических линий, особенности процессов выделения и очистки. Особенности технологического процесса производства аминокислот: супер-продуценты, варианты технологических линий, особенности процессов выделения и очистки

*Тема 3.5. Продукты микробного синтеза: липиды*

*(Лекционные занятия - 2ч.; Практические занятия - 6ч.; Самостоятельная работа - 13ч.)*

Производство простых липидов. Производство сложных липидов. Производные липидов  
Детектирование генетически модифицированных источников в пищевых продуктах

## **6. Оценочные материалы текущего контроля**

**Раздел 1. Производство микробной биомассы и продуктов микробного синтеза: история, характеристика, основные понятия, основные продукты.**

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

1. Мишенью для физических и химических мутагенов в клетке биообъектов являются  
ДНК;  
ДНК-полимераза;  
РНК-полимераза;  
рибосома;  
информационная РНК.
2. Преимущества биотехнологического производства органических продуктов перед химическими методами синтеза:  
синтез целевого продукта в виде сложной смеси  
неспецифичность  
незначительный выход целевого продукта  
возможность получения чистых изомеров  
использование больших количеств воды  
отсутствие специфичности
3. «Слабые» зоны при стерилизации оборудования:  
паровые рубашки  
мешалки  
воздушные фильтры  
трубы отвода отработанного технологического воздуха
4. На скорость размножения микроорганизмов-биообъектов в большей степени влияет:  
температура культуральной среды  
степень аэрации среды  
концентрация лимитирующего субстрата  
рН среды
5. Периодическое добавление субстрата приводит:  
к удлинению лаг-фазы  
к удлинению фазы отмирания  
к укорочению фазы отмирания  
к удлинению экспоненциальной фазы
6. Накопление микробной массы используют с целью ...  
добавления к кормам  
источника получения органических веществ  
борьбы с паразитами животных и растений  
добавление к воде

повышения продуктивности животных

## **Раздел 2. Культивирование микроорганизмов**

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

1. Выберите бактерии, для которых характерно выделение высоких уровней продукции лизина

*Corynebacterium glutamicum*

*Brevibacterium flavum*

*Pseudomonas*

*Escherichia coli*

2. Комплексный компонент питательной среды, резко повысивший производительность ферментации в случае пенициллина:

соевая мука;

гороховая мука;

кукурузный экстракт;

хлопковая мука

3. Технологический воздух для биотехнологического производства стерилизуют нагреванием;

фильтрованием;

облучением

$\gamma$ -облучением

4. Отличительные особенности эукариотической клетки

большой размер

отсутствие ядра

ригидная клеточная стенка

отсутствие субклеточных органелл

хромосомная ДНК в цитоплазме

5. Непрерывный процесс ферментации:

по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды;

в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды;

в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости;

в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды.

6. Многоциклический процесс ферментации:

в ферментер одновременно загружают все компоненты питательной среды и посевной материал, совершается полный цикл ферментации и по завершении процесса собирают весь объем отработанной культуральной жидкости;

в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают небольшие порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды;

в процессе биосинтеза из ферментера непрерывно отбирают крупные порции культуральной среды и одновременно в него вносят такой же объем питательной среды;

по завершении ферментационного цикла при сливе культуральной жидкости в аппарате оставляют ее примерно на 10%, с последующим внесением 90% свежей питательной среды

7. Последовательность основных фаз роста микроорганизмов:

стационарная фаза, лаг-фаза, фаза ускорения, экспоненциальная фаза, фаза отмирания;

лаг-фаза, стационарная фаза, фаза ускорения, экспоненциальная фаза, фаза отмирания;

лаг-фаза, фаза ускорения, экспоненциальная фаза, фаза замедления, стационарная фаза, фаза отмирания

## **Раздел 3. Технологические аспекты производства продуктов микробного синтеза.**

*Форма контроля/оценочное средство: Задача*

*Вопросы/Задания:*

1. Путем поликетидного синтеза происходит сборка молекулы тетрациклина;  
пенициллина;  
стрептомицина;  
циклоспорина.

2. В биотехнологии понятию «биообъект» соответствует следующее определение:

организм, на котором испытывают новые БАВ  
организмы, вызывающие микробную контаминацию технологического оборудования  
фермент, используемый для генно-инженерных процессов  
организм, продуцирующий БАВ  
фермент, используемый в лечебных целях

3. Борьба с фаговой инфекцией в цехах ферментации антибиотической промышленности наиболее рациональна путем:  
ужесточения контроля за стерилизацией технологического воздуха;  
ужесточения контроля за стерилизацией питательной среды;  
получения и использования фагоустойчивых штаммов биообъекта;  
ужесточения контроля за стерилизацией оборудования.

4. Инактивированные дрожжи готовят:  
смешиванием 0,5 кг прессованных дрожжей с 0,5 л воды температурой 83–85° С и прогреванием смеси на водяной бане при той же температуре в течение 0,5 ч;  
смешиванием 0,5 кг прессованных МКБ с 0,5 л воды температурой 83–85° С и прогреванием смеси на водяной бане при той же температуре в течение 0,5 ч;  
смешиванием 0,5 кг прессованной спироулины с 0,5 л воды температурой 83—85° С и прогреванием смеси на водяной бане при той же температуре в течение 0,5 ч.

5. От чего зависит активность ферментных препаратов ?  
микробной культуры  
длительности культивирования  
степени очистки  
питательного субстрата

6. Сигнальная трансдукция:  
передача сигнала от клеточной мембраны на геном;  
инициация белкового синтеза;  
посттрансляционные изменения белка;  
выделение литических ферментов.

## **7. Оценочные материалы промежуточной аттестации**

*Четвертый семестр, Зачет с оценкой*

*Контролируемые ИДК: ПК-ПЗ.1 ПК-ПЗ.2 ПК-ПЗ.3*

*Вопросы/Задания:*

1. Новые направления микробиотехнологии.
2. Методы селекции микроорганизмов – продуцентов практически важных веществ.
3. Генно-инженерные методы получения практически полезных штаммов микроорганизмов.

4. Особенности питательных сред для культивирования промышленных штаммов мик-роорганизмов.
5. Методы сохранения генофонда промышленных штаммов.
6. Типы биореакторов, применяемых в промышленной микробиологии.
7. Критерии оценки эффективности биотехнологических процессов
8. Микробиологическое производство биологически активных веществ и препаратов.
9. Промышленный биосинтез белково-витаминных концентратов.
10. Микробиологический метод получения аминокислот
11. Микробиологический метод получения аминокислот на примере глутамина.
12. Микробиологический метод получения аминокислот на примере лизина.
13. Микробиологический метод получения аминокислот на примере триптофана
14. Биосинтез микробных полисахаридов и их практическое использование.
15. Промышленный биосинтез антибиотиков.
16. Биосинтез антибиотиков иммобилизованными клетками
17. Ферменты микроорганизмов, применяемые в производстве.
18. Биобезопасность в промышленной микробиологии
19. Методы традиционной селекции в получении промышленных штаммов микроорга-низмов.
20. Применение генетической трансформации в биотехнологии и селекции микроорга-низмов.
21. Основные источники сырья для микробиологической промышленности.
22. Методы культивирования промышленных штаммов микроорганизмов
23. Промышленные процессы с использованием иммобилизованных ферментов и клеток
24. Характеристики и особенности микробиологического белка.
25. Преимущества биотехнологии над традиционным производством
26. Особенности работы с аэробными микроорганизмами.

27. Особенности работы с культурой продуцента (контролируемые свойства, особенности отделения (цеха), цикличность пассажиров).

28. Источники азота в питательных средах.

29. Источники углерода в питательных средах.

30. Характеристики процесса микробиологического производства, а также величины и расчетные параметры.

## **8. Материально-техническое и учебно-методическое обеспечение дисциплины**

### **8.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы**

#### *Основная литература*

1. Буракаева А. Д. Микофильные грибы – продуценты практически важных продуктов: монография / Буракаева А. Д., Петрова Г. В.. - 2-е изд., дораб. и доп. - Оренбург: Оренбургский ГАУ, 2021. - 180 с. - 978-5-907075-68-9. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/249977.jpg> (дата обращения: 21.02.2024). - Режим доступа: по подписке

2. Сахарова О. В. Общая микробиология и общая санитарная микробиология: учебное пособие / Сахарова О. В., Сахарова Т. Г.. - 2-е изд., испр. - Санкт-Петербург: Лань, 2022. - 224 с. - 978-5-8114-3798-6. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/206942.jpg> (дата обращения: 21.02.2024). - Режим доступа: по подписке

3. Зипаев, Д. В. Биотехнология пищевых продуктов: учебное пособие / Д. В. Зипаев,. - Биотехнология пищевых продуктов - Самара: Самарский государственный технический университет, ЭБС АСВ, 2022. - 182 с. - 978-5-7964-2340-0. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/122179.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

#### *Дополнительная литература*

1. Биотехнология. Практикум по культивированию клеточных культур: Учебное пособие / М.Ш. Азаев, Т.Н. Ильичева, Л.Ф. Бакулина [и др.]; Государственный научный центр вирусологии и биотехнологии «Вектор» Роспотребнадзора. - 1 - Москва: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2024. - 142 с. - 978-5-16-108343-7. - Текст: электронный. // Общество с ограниченной ответственностью «ЗНАНИУМ»: [сайт]. - URL: <https://znanium.com/cover/2083/2083373.jpg> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

2. Миронов,, П. В. Биотехнология пищевых и кормовых продуктов: учебное пособие / П. В. Миронов,, Е. В. Алаудинова,, В. В. Тарнопольская,. - Биотехнология пищевых и кормовых продуктов - Красноярск: Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева, 2017. - 94 с. - 2227-8397. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/94875.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

3. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / Просеков А. Ю., Неверова О. А., Пищиков Г. Б., Позняковский В. М.. - 2-е изд., перераб. и доп. - Кемерово: КемГУ, 2019. - 262 с. - Текст: электронный. // RuSpLAN: [сайт]. - URL: <https://e.lanbook.com/img/cover/book/135193.jpg> (дата обращения: 21.02.2024). - Режим доступа: по подписке

4. Неверова,, О. А. Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения: учебник / О. А. Неверова,, Г. А. Гореликова,, В. М. Позняковский,. - Пищевая биотехнология продуктов из сырья растительного происхождения - Саратов: Вузовское образование, 2014. - 415 с. - 2227-8397. - Текст: электронный. // IPR SMART: [сайт]. - URL: <https://www.iprbookshop.ru/4160.html> (дата обращения: 20.02.2024). - Режим доступа: по подписке

## **8.2. Профессиональные базы данных и ресурсы «Интернет», к которым обеспечивается доступ обучающихся**

*Профессиональные базы данных*

Не используются.

*Ресурсы «Интернет»*

1. <https://elibrary.ru/> - Научная электронная библиотека eLibrary
2. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/> - Национальный центр биотехнологической информации

## **8.3. Программное обеспечение и информационно-справочные системы, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине**

Информационные технологии, используемые при осуществлении образовательного процесса по дисциплине позволяют:

- обеспечить взаимодействие между участниками образовательного процесса, в том числе синхронное и (или) асинхронное взаимодействие посредством сети «Интернет»;
- фиксировать ход образовательного процесса, результатов промежуточной аттестации по дисциплине и результатов освоения образовательной программы;
- организовать процесс образования путем визуализации изучаемой информации посредством использования презентаций, учебных фильмов;
- контролировать результаты обучения на основе компьютерного тестирования.

Перечень лицензионного программного обеспечения:

- 1 Microsoft Windows - операционная система.
- 2 Microsoft Office (включает Word, Excel, Power Point) - пакет офисных приложений.

Перечень профессиональных баз данных и информационных справочных систем:

- 1 Гарант - правовая, <https://www.garant.ru/>
- 2 Консультант - правовая, <https://www.consultant.ru/>
- 3 Научная электронная библиотека eLibrary - универсальная, <https://elibrary.ru/>

Доступ к сети Интернет, доступ в электронную информационно-образовательную среду университета.

*Перечень программного обеспечения*

*(обновление производится по мере появления новых версий программы)*

Не используется.

*Перечень информационно-справочных систем*

*(обновление выполняется еженедельно)*

Не используется.

## **8.4. Специальные помещения, лаборатории и лабораторное оборудование**

Университет располагает на праве собственности или ином законном основании материально-техническим обеспечением образовательной деятельности (помещениями и оборудованием) для реализации программы бакалавриата, специалитета, магистратуры по Блоку 1 "Дисциплины (модули)" и Блоку 3 "Государственная итоговая аттестация" в соответствии с учебным планом.

Каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом к электронной информационно-образовательной среде университета из любой точки, в которой имеется доступ к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет", как на территории университета, так и вне его. Условия для функционирования электронной информационно-образовательной среды могут быть созданы с использованием ресурсов иных организаций.

## Лаборатория

### 002зоо

Анализатор влажности "Эвлас-2М" (высокоточный) - 1 шт.

анализатор Флюорат-02-АБЛФ-Т - 1 шт.

Бокс абактериальной воздушной среды БАВнп-01-"Ламинар-С"-1,5 LORICA, Ламинарные системы (Бокс абактериальной воздушной среды для работы с посевами бак - 1 шт.

Весы 120 г/0,1 мг, аналитические, РХ124/Е, 120 г/0,01 мг, с поверкой, Ohaus, Китай - 1 шт.

Весы лабораторные электронные с поверкой DX-120 A&D - 1 шт.

дозатор мех. однокан. перем. объема 2000-10000мкл - 1 шт.

мезгообразователь МП-1 - 1 шт.

Микроскоп прямой лабораторного класса Olympus CX23 - 1 шт.

отсасыватель вакуумн.медицинский - 1 шт.

Персональный компьютер iRU I5/16GB/512GbSSD - 1 шт.

Плитка нагревательная C-Mag HP 10 IKAtherm, 50-500С, платформа 260x260 мм, керамика, ИКА - 1 шт.

рефрактометр ИРФ-454 Б2М - 1 шт.

Холодильник комбинированный лабораторный ХЛ-340-1 "POZIS" с металлическими дверями - 1 шт.

Шейкер-инкубатор ES-20/60 с принадлежностями BioSan - 1 шт.

шкаф сушильный Binder VD 53 - 1 шт.

### 007зоо

pH-метр АВ33РН-F, стационарный, -2-16 + - 0,01, pH-электрод ST310, с поверкой, Ohaus (Китай) - 1 шт.

бокс ламинарный БАВнп-01 Ламинар-с-1,5 - 1 шт.

Весы электронные аналитические CITIZEN CY-224C - 1 шт.

декадный магазин емкост. Time Electronics 1067 - 1 шт.

Компьютер персональный Lenovo G5405/4Гб/128Гб - 1 шт.

Микроскоп прямой лабораторного класса Olympus CX23 - 1 шт.

Плитка нагревательная C-Mag HP 10 IKAtherm, 50-500С, платформа 260x260 мм, керамика, ИКА - 1 шт.

Счетчик и анализатор жизнеспособности клеток 4-60 мкм C100 RWD Life Science - 1 шт.

телевизор Samsung LE-40 - 1 шт.

Термостат жидкостной (баня) 4л до 100 С, WB-4MS с магн. мешалкой, ванна нерж. сталь BioSan (Баня-термостат водяная WB-4MS) - 1 шт.

Холодильник комбинированный лабораторный ХЛ-340-1 "POZIS" с металлическими дверями - 1 шт.

Шейкер-инкубатор ES-20/60 регул обороты 50-250 об/мин орбита 20мм BioSan - 1 шт.

## 9. Методические указания по освоению дисциплины (модуля)

Учебная работа по направлению подготовки осуществляется в форме контактной работы с преподавателем, самостоятельной работы обучающегося, текущей и промежуточной аттестаций, иных формах, предлагаемых университетом. Учебный материал дисциплины структурирован и его изучение производится в тематической последовательности. Содержание методических указаний должно соответствовать требованиям Федерального государственного образовательного стандарта и учебных программ по дисциплине. Самостоятельная работа студентов может быть выполнена с помощью материалов, размещенных на портале поддержки Moodle.

### ***Методические указания по формам работы***

#### *Лекционные занятия*

Передача значительного объема систематизированной информации в устной форме достаточно большой аудитории. Дает возможность экономно и систематично излагать учебный материал. Обучающиеся изучают лекционный материал, размещенный на портале поддержки обучения Moodle.

#### *Лабораторные занятия*

Практическое освоение студентами научно-теоретических положений изучаемого предмета, овладение ими техникой экспериментирования в соответствующей отрасли науки. Лабораторные занятия проводятся с использованием методических указаний, размещенных на образовательном портале университета.

#### *Практические занятия*

Форма организации обучения, проводимая под руководством преподавателя и служащая для детализации, анализа, расширения, углубления, закрепления, применения (или выполнения разнообразных практических работ, упражнений) и контроля усвоения полученной на лекциях учебной информации. Практические занятия проводятся с использованием учебно-методических изданий, размещенных на образовательном портале университета.

### ***Описание возможностей изучения дисциплины лицами с ОВЗ и инвалидами***

Для инвалидов и лиц с ОВЗ может изменяться объем дисциплины (модуля) в часах, выделенных на контактную работу обучающегося с преподавателем (по видам учебных занятий) и на самостоятельную работу обучающегося (при этом не увеличивается количество зачетных единиц, выделенных на освоение дисциплины).

Фонды оценочных средств адаптируются к ограничениям здоровья и восприятия информации обучающимися.

Основные формы представления оценочных средств – в печатной форме или в форме электронного документа.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением зрения:

– устная проверка: дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;

– с использованием компьютера и специального ПО: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, дистанционные формы, если позволяет острота зрения - графические работы и др.;

– при возможности письменная проверка с использованием рельефно-точечной системы Брайля, увеличенного шрифта, использование специальных технических средств (тифлотехнических средств): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, отчеты и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением слуха:

– письменная проверка: контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания,

эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

– с использованием компьютера: работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы и др.;

– при возможности устная проверка с использованием специальных технических средств (аудиосредств, средств коммуникации, звукоусиливающей аппаратуры и др.): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.

Формы контроля и оценки результатов обучения инвалидов и лиц с ОВЗ с нарушением опорно-двигательного аппарата:

– письменная проверка с использованием специальных технических средств (альтернативных средств ввода, управления компьютером и др.): контрольные, графические работы, тестирование, домашние задания, эссе, письменные коллоквиумы, отчеты и др.;

– устная проверка, с использованием специальных технических средств (средств коммуникаций): дискуссии, тренинги, круглые столы, собеседования, устные коллоквиумы и др.;

– с использованием компьютера и специального ПО (альтернативных средств ввода и управления компьютером и др.): работа с электронными образовательными ресурсами, тестирование, рефераты, курсовые проекты, графические работы, дистанционные формы предпочтительнее обучающимся, ограниченным в передвижении и др.

Адаптация процедуры проведения промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ.

В ходе проведения промежуточной аттестации предусмотрено:

– предъявление обучающимся печатных и (или) электронных материалов в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья;

– возможность пользоваться индивидуальными устройствами и средствами, позволяющими адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом их индивидуальных особенностей;

– увеличение продолжительности проведения аттестации;

– возможность присутствия ассистента и оказания им необходимой помощи (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с преподавателем).

Формы промежуточной аттестации для инвалидов и лиц с ОВЗ должны учитывать индивидуальные и психофизические особенности обучающегося/обучающихся по АОПОП ВО (устно, письменно на бумаге, письменно на компьютере, в форме тестирования и т.п.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями зрения:

– предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить плоскочечную информацию в аудиальную или тактильную форму;

– возможность использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие адаптировать материалы, осуществлять приём и передачу информации с учетом индивидуальных особенностей и состояния здоровья студента;

– предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;

– использование чёткого и увеличенного по размеру шрифта и графических объектов в мультимедийных презентациях;

– использование инструментов «лупа», «проектор» при работе с интерактивной доской;

– озвучивание визуальной информации, представленной обучающимся в ходе занятий;

– обеспечение раздаточным материалом, дублирующим информацию, выводимую на экран;

– наличие подписей и описания у всех используемых в процессе обучения рисунков и иных графических объектов, что даёт возможность перевести письменный текст в аудиальный;

– обеспечение особого речевого режима преподавания: лекции читаются громко, разборчиво, отчётливо, с паузами между смысловыми блоками информации, обеспечивается интонирование, повторение, акцентирование, профилактика рассеивания внимания;

– минимизация внешнего шума и обеспечение спокойной аудиальной обстановки;

– возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, на ноутбуке, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);

- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания и др.) на практических и лабораторных занятиях;
- минимизирование заданий, требующих активного использования зрительной памяти и зрительного внимания;
- применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы.

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями опорно-двигательного аппарата (маломобильные студенты, студенты, имеющие трудности передвижения и патологию верхних конечностей):

- возможность использовать специальное программное обеспечение и специальное оборудование и позволяющее компенсировать двигательное нарушение (коляски, ходунки, трости и др.);
- предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;
- применение дополнительных средств активизации процессов запоминания и повторения;
- опора на определенные и точные понятия;
- использование для иллюстрации конкретных примеров;
- применение вопросов для мониторинга понимания;
- разделение изучаемого материала на небольшие логические блоки;
- увеличение доли конкретного материала и соблюдение принципа от простого к сложному при объяснении материала;
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- увеличение доли методов социальной стимуляции (обращение внимания, апелляция к ограничениям по времени, контактные виды работ, групповые задания др.);
- обеспечение беспрепятственного доступа в помещения, а также пребывания них;
- наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие обеспечить реализацию эргономических принципов и комфортное пребывание на месте в течение всего периода учёбы (подставки, специальные подушки и др.).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с нарушениями слуха (глухие, слабослышащие, позднооглохшие):

- предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате, позволяющем переводить аудиальную форму лекции в плоскочечную информацию;
- наличие возможности использовать индивидуальные звукоусиливающие устройства и сурдотехнические средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации; осуществлять взаимобратный перевод текстовых и аудиофайлов (блокнот для речевого ввода), а также запись и воспроизведение зрительной информации;
- наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;
- наличие наглядного сопровождения изучаемого материала (структурно-логические схемы, таблицы, графики, концентрирующие и обобщающие информацию, опорные конспекты, раздаточный материал);
- наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;
- обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;
- особый речевой режим работы (отказ от длинных фраз и сложных предложений, хорошая артикуляция; четкость изложения, отсутствие лишних слов; повторение фраз без изменения слов и порядка их следования; обеспечение зрительного контакта во время говорения и чуть более медленного темпа речи, использование естественных жестов и мимики);
- чёткое соблюдение алгоритма занятия и заданий для самостоятельной работы (называние темы, постановка цели, сообщение и запись плана, выделение основных понятий и методов их изучения, указание видов деятельности студентов и способов проверки усвоения

материала, словарная работа);

– соблюдение требований к предъявляемым учебным текстам (разбивка текста на части; выделение опорных смысловых пунктов; использование наглядных средств);

– минимизация внешних шумов;

– предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;

– сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего).

Специальные условия, обеспечиваемые в процессе преподавания дисциплины студентам с прочими видами нарушений (ДЦП с нарушениями речи, заболевания эндокринной, центральной нервной и сердечно-сосудистой систем, онкологические заболевания):

– наличие возможности использовать индивидуальные устройства и средства, позволяющие осуществлять приём и передачу информации;

– наличие системы заданий, обеспечивающих систематизацию вербального материала, его схематизацию, перевод в таблицы, схемы, опорные тексты, глоссарий;

– наличие наглядного сопровождения изучаемого материала;

– наличие чёткой системы и алгоритма организации самостоятельных работ и проверки заданий с обязательной корректировкой и комментариями;

– обеспечение практики опережающего чтения, когда студенты заранее знакомятся с материалом и выделяют незнакомые и непонятные слова и фрагменты;

– предоставление возможности соотносить вербальный и графический материал; комплексное использование письменных и устных средств коммуникации при работе в группе;

– сочетание на занятиях всех видов речевой деятельности (говорения, слушания, чтения, письма, зрительного восприятия с лица говорящего);

– предоставление образовательного контента в текстовом электронном формате;

– предоставление возможности предкурсового ознакомления с содержанием учебной дисциплины и материалом по курсу за счёт размещения информации на корпоративном образовательном портале;

– возможность вести запись учебной информации студентами в удобной для них форме (аудиально, аудиовизуально, в виде пометок в заранее подготовленном тексте);

– применение поэтапной системы контроля, более частый контроль выполнения заданий для самостоятельной работы;

– стимулирование выработки у студентов навыков самоорганизации и самоконтроля;

– наличие пауз для отдыха и смены видов деятельности по ходу занятия.

## **10. Методические рекомендации по освоению дисциплины (модуля)**

Дисциплина Биотехнология микробного синтеза ведется в соответствии с календарным учебным планом и расписанием занятий по неделям. Темы проведения занятий определяются тематическим планом рабочей программы дисциплины.