

Документ подписан простой электронной подписью  
Информация о владельце:  
ФИО: Шитикова Александра Васильевна  
Должность: И.о. директора института агробиотехнологии  
Дата подписания: 20.04.2023 09:57:07  
Уникальный идентификатор документа: fcd01ecb1fd76890c31f745ad12c5f716ce638



**МИНИСТЕРСТВО СЕЛЬСКОГО ХОЗЯЙСТВА РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ**  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
**«РОССИЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ –  
МСХА имени К.А. ТИМИРЯЗЕВА»**  
**(ФГБОУ ВО РГАУ - МСХА имени К.А. Тимирязева)**

Институт Агробиотехнологии

Кафедра микробиологии и иммунологии

УТВЕРЖДАЮ:  
И.о. директора института  
Агробиотехнологии  
д. с.-х. н., профессор А. В. Шитикова

«22» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**  
**Б1.В.10 Практические основы технологии микробиологических произ-**  
**водств**

для подготовки бакалавров

ФГОС ВО

Направление: 19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль): Биотехнология и молекулярная биология

Курс 2,3

Семестр 4,5

Форма обучения заочная

Год начала подготовки 2023

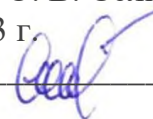
Москва, 2023

Разработчики

ст. преп. Д.В. Снегирев  
«29» мая 2023 г.

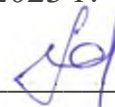


к.б.н., доцент О. В. Селицкая  
«29» мая 2023 г.



Рецензент

д.б.н. профессор Л.В. Мосина  
«09» июня 2023 г.

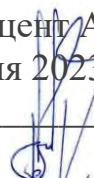


Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ОПОП ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология и учебного плана от 12 мая 2023 г., протокол №7

Программа обсуждена на заседании кафедры микробиологии и иммунологии, протокол № 7 от «16» июня 2023 г.

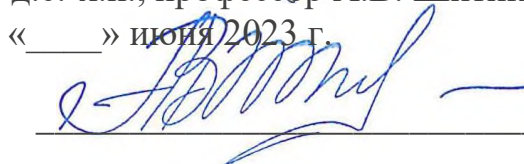
Заведующий кафедрой  
Микробиологии и иммунологии

д.б.н., доцент А. В. Козлов  
«16» июня 2023 г.



Председатель учебно-методической комиссии  
института Агробиотехнологии

д.с.-х.н., профессор А.В. Шитикова  
«\_\_\_» июня 2023 г.



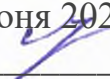
И.о. заведующего  
выпускающей кафедрой  
Биотехнологии

к.б.н., доцент М.Ю. Чередниченко  
«16» июня 2023 г.



И.о зав.отделом комплектования ЦНБ

Ефимова Е.В.  
«20» июня 2023 г.



## СОДЕРЖАНИЕ

<b>1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>5</b>
<b>2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В УЧЕБНОМ ПРОЦЕССЕ .....</b>	<b>6</b>
<b>3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ.....</b>	<b>8</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>8</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ ПО СЕМЕСТРАМ .....	8
4.2 СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....	13
4.3 ЛЕКЦИИ/ПРАКТИЧЕСКИЕ/ ЗАНЯТИЯ .....	16
<b>5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ .....</b>	<b>19</b>
<b>6. ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>20</b>
6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности.....	20
6.2 Перечень вопросов для проведения зачета по дисциплине. ....	38
6.3. ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ. ....	40
6.3.1 Оценочные средства текущего контроля успеваемости .....	40
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ «ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ» .....</b>	<b>41</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	41
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	41
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	42
<b>8. ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>42</b>
8.1 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы.....	43
<b>9. ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ПРАКТИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ТЕХНОЛОГИИ МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ» .....</b>	<b>44</b>
9.1 Музейные штаммы микроорганизмов .....	47
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>47</b>
10.1. Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	47
<b>11. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>47</b>
<b>12 ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ ДЛЯ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ .....</b>	<b>48</b>

## Аннотация

рабочей программы учебной дисциплины Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств» для подготовки бакалавра по направлению 19.03.01 Биотехнология – направленность: , Биотехнология и молекулярная биология

**Цель освоения дисциплины:** является формирование у студента комплекса профессиональных компетенций (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-2.4), обеспечивающих, приобретение студентами теоретических и практических знаний, умений и навыков в области Биотехнологии для изучения научных основ и практических аспектов использования микроорганизмов для получения в промышленных масштабах ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, их биомассы в соответствии с формулируемыми компетенциями с применением современных информационно-коммуникационных технологий для решения научных, учебных, практических, методических, информационно-поисковых задач в области промышленной микробиологии и биотехнологии и реализации собственных знаний в инновационных сферах естественных наук

Студент должен научиться логично и дедуктивно мыслить, творчески подходить к решению профессиональных задач.

### **Задачи дисциплины:**

- ✓ приобретение базовых представлений о разнообразии биологических объектов;
- ✓ понимание значения биоразнообразия для устойчивости биосферы;
- ✓ освоение методов наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования микробиологических объектов;
- ✓ понимание принципов клеточной организации прокариот, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности прокариот;
- ✓ изучение принципов использования основных свойств микроорганизмов в биотехнологических процессах.

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана перечня дисциплин - Б1.В.10 по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология. Реализация в дисциплине «Практические основы технологии микробиологических производств» требований ФГОС ВО и учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология – направленность: Биотехнология и молекулярная биология

**Требования к результатам освоения дисциплины:** в результате освоения дисциплины формируются следующие компетенции: ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; ПКос-2.1; ПКос-2.3; ПКос-2.4

### **Краткое содержание дисциплины:**

Объем дисциплины Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств» составляет 3 зачетных единицы, всего 108 часов, из которых 68,25 составляет контактная работа обучающегося с преподавателем

лем (34 часа занятия лекционного типа, 34 часа лабораторные работы, 4 часа практические занятия), 39,75 часа составляет самостоятельная работа обучающегося (в т.ч. включая 9 часов подготовку к зачету). Дисциплины Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств» читается студентам 3-го курса института Агробиотехнологии РГАУ-МСХА им. К.А. Тимирязева. Это оправданно, так как студенты уже имеют необходимую для освоения нового материала теоретическую базу. Структура содержания учебной дисциплины включает такие дидактические единицы, как разделы и темы:

Раздел 1. Научные основы промышленной микробиологии
Тема 1 Микроорганизмы-продуценты и их свойства
Тема 2 Пути управления биохимической активностью микроорганизмов
Тема 3 Методы культивирования микроорганизмов.
Тема 4 Применение иммобилизованных клеток и ферментов.
Раздел 2. Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов
Тема 5 Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.
Тема 6 Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма
Тема 7 Производства, основанные на получении микробной биомассы.
Раздел 3. Биологическая безопасность микробиологических производств
Тема 8 Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.
Тема 9 Обеспечение безопасности микробиологических производств

В курсе рассматриваются свойства микроорганизмов, используемых в промышленных технологиях, методы селекции и получение новых штаммов, пути управления биохимической активностью; методы культивирования, хранения культур и защиты их от поражения фагами. Рассматриваются также вопросы получения с помощью микроорганизмов различных целевых продуктов, таких как органические кислоты, спирты и растворители, белки, аминокислоты, антибиотики, витамины и др., а также практическое использование продуктов микробного синтеза в различных отраслях. Рассматриваются вопросы, связанные с безопасностью микробиологических производств. Дисциплина Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств» имеет теоретическую и практико-ориентированную направленность.

**Общая трудоемкость дисциплины:** составляет 108 часов (3 зач. ед.).

**Промежуточный контроль:** проводится в форме экзамена по дисциплине в 3-ем семестре

### 1. Цели освоения дисциплины

**Цель освоения дисциплины:** является формирование у студента комплекса профессиональных компетенций (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-

1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4), обеспечивающих, приобретение студентами теоретических и практических знаний, умений и навыков в области Биотехнологии для изучения научных основ и практических аспектов использования микроорганизмов для получения в промышленных масштабах ценных продуктов жизнедеятельности микроорганизмов, их биомассы в соответствии с формулируемыми компетенциями с применением современных информационно-коммуникационных технологий для решения научных, учебных, практических, методических, информационно-поисковых задач в области промышленной микробиологии и биотехнологии и реализации собственных знаний в инновационных сферах естественных наук

Студент должен научиться логично и дедуктивно мыслить, творчески подходить к решению профессиональных задач.

#### **Задачи дисциплины:**

- ✓ приобретение базовых представлений о разнообразии биологических объектов;
- ✓ понимание значения биоразнообразия для устойчивости биосферы;
- ✓ освоение методов наблюдения, описания, идентификации, классификации, культивирования микробиологических объектов;
- ✓ понимание принципов клеточной организации прокариот, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности прокариот;
- ✓ изучение принципов использования основных свойств микроорганизмов в биотехнологических процессах.

## **2. Место дисциплины в учебном процессе**

**Место дисциплины в учебном плане:** дисциплина включена в вариативную часть учебного плана перечня дисциплин - Б1.В.10 по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология. Реализация в дисциплине «Практические основы технологии микробиологических производств» требований ФГОС ВО и учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология – направленность: , Биотехнология и молекулярная биология

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина, Практические основы технологии микробиологических производств являются Органическая химия, Физиология растений, Микробиология, Введение в специальность.

Дисциплина Практические основы технологии микробиологических производств является основополагающей для изучения следующих дисциплин: Основы научных исследований в биотехнологии, Процессы и аппараты биотехнологии, Основы системной биологии

Особенностью дисциплины является последовательное изучение научных основ промышленной микробиологии, знакомство с важнейшими промышленными процессами, основанными на применении микроорганизмов; основами безопасности микробиологических производств.

Дисциплина является наукоемкой и комплексной, требующей знаний по микробиологии, биохимии, генетике.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 Практические основы технологии микробиологических производств для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Дисциплина Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств» реализуется на русском языке с применением ЭО и ДОТ.

В обучении с применением ЭО и ДОТ используются следующие организационные формы учебной деятельности:

- лекция;
- консультация;
- лабораторная работа;
- самостоятельная внеаудиторная работа

Сопровождение предметных дистанционных курсов может осуществляться в следующих режимах:

- тестирование on-line;
- консультации on-line;
- предоставление методических материалов;
- сопровождение off-line (проверка тестов, контрольных работ, различные виды текущего контроля и промежуточной аттестации).

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Рабочая программа дисциплины Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств» для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья разрабатывается индивидуально с учетом особенностей психофизического развития, индивидуальных возможностей и состояния здоровья таких обучающихся.

Контроль знаний студентов проводится в форме текущей и промежуточной аттестации.

Текущая аттестация студентов – оценка знаний и умений проводится постоянно на практических занятиях с помощью опросов, тестовых заданий, коллоквиумов, оценки самостоятельной работы студентов и сроков сдачи выполненных работ, а также на контрольной неделе.

Аттестация студентов проводится в форме зачета по дисциплине.

### 3. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся компетенций, представленных в таблице 1.

### 4. Структура и содержание дисциплины

#### 4.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 3 зач.ед. (108 часа), их распределение по видам работ семестрам представлено в таблице 2.

#### Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость		
	час. /всего*	в т.ч. по семестрам	
		4	5
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>36</b>	<b>72</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>14,25</b>	<b>2</b>	<b>12,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>14,25</b>	<b>2</b>	<b>12,25</b>
<i>лекции (Л)</i>	6	2	4
<i>практические занятия (ПЗ)</i>	8/4		8/4
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25		0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>93,75</b>	<b>34</b>	<b>59,75</b>
<i>самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к практическим занятиям, вопросы к контрольным работам, и т.д.)</i>	89,75	34	55,75
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	4		4
<b>Вид промежуточного контроля:</b>		<b>Зачет</b>	

\* в том числе практическая подготовка. (см учебный план)



## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	Индикаторы компетенций	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
				знать	уметь	владеть
1.	ПКос-1	способен участвовать в проведении научных исследований в области биотехнологии с применением цифровых средств и технологий	ПКос-1.1	информацию об актуальных результатах исследований в рамках тематической области своей профессиональной деятельности	использовать полученные знания для анализа экспериментальных данных, касающихся подбора, характеристики и совершенствования объектов пищевой биотехнологии и применять теоретические и (или)экспериментальные методы исследований научной задачи и интерпретировать полученные результаты	базовыми знаниями в области пищевой биотехнологии, навыками работы с биологическими объектами. методами работы на современном оборудовании для выполнения требуемых по ГОСТ и ТУ лабораторных работ
			ПКос-1.2			
			под руководством специалиста более высокой квалификации участвует в проведении экспериментальных исследований в области разработ-			

			ки новых биотехнологических продуктов и биоматериалов, пищевых, кормовых и лекарственных средств, природоохранных (экологических) технологий сохранения природной среды и здоровья человека		вариации технологических параметров с учетом особенности растительного сырья разного качества	циплин
			ПКос-1.3			
			владеет современными методами контроля качества биологических препаратов, производственных штаммов, вакцинных препаратов, диагностикумов	морфологию и физиологию микроорганизмов получение и классификацию культур, их практическое применение в биологической промышленности и лабораторной практике.	готовить и окрашивать микробиологические препараты простыми и сложными методами проводить микроскопию препаратов с помощью светового микроскопа мыть и готовить лабораторную посуду, снимать и анализировать показатели с автоматических датчиков	методиками определения концентрации микробных клеток с помощью стандартов мутности; методикой проведения качественного и количественного анализа микробиологического загрязнения оос.
			ПКос-1.4			
			владеет современными методами производства биологических препаратов, производственных штаммов, вакцинных	основные принципы организации биотехнологического производства	ставить профессиональные задачи и находить пути их решения	навыками работы современными методами производства биологических препаратов, производственных штаммов, вак-

			препаратов, диагностикумов			цинных препаратов, диагностикумов производства
2.	ПКос-2	Способен участвовать в разработке природоохранных биотехнологий для восстановления плодородия почв	ПКос-2.1	теоретические основы и методы культивирования микроорганизмов и клеток; - математические модели периодического и непрерывного роста клеточных культур; - способы определения и вычисления параметров материально-энергетического баланса	подготавливать оборудование, питательные среды и расходные материалы для процесса культивирования микроорганизмов; - реализовывать процесс культивирования клеточных культур; - измерять контролируемые показатели материального баланса; - строить кривые роста и вычислять на их основе кинетические параметры роста культур.	навыками подготовки питательных сред, инокулята, оборудования и расходных материалов для культивирования; - опытом экспериментального определения кинетических параметров роста биомассы.
			ПКос-2,3			
			Знает требования к качеству выполнения, методы контроля и оценки качества, факторы, влияющие на качество технологических операций			

			ПКос-2,4			
			Владеет методами производственного контроля качества сырья, полуфабрикатов и готовых изделий	Основы микробиологического производства продуктов и биопрепаратов сельскохозяйственного назначения;	Работать с культурами, используемыми при получении биопрепаратов;	Навыками определения жизнеспособных клеток клубеньковых бактерий в сухом нитрагине, числа клеток азотобактера в азотобактерине и титра биологических препаратов

## 4.2 Содержание дисциплины

Таблица 3

### Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнённо)	час. /всего*	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПР/всего*	ПКР	
<b>Раздел 1. Научные основы промышленной микробиологии</b>	<b>36</b>	<b>2</b>			<b>34</b>
Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства	4	2			2
Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов	10				10
Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов.	10				10
Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.	10				10
<b>Всего за 4 семестр</b>	<b>36</b>	<b>2</b>			<b>34</b>
<b>Раздел 2. Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов</b>	<b>40</b>	<b>2</b>	<b>4/4</b>		<b>34</b>
Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.	16		2		14
Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма	14		2/2		12
Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.	10	2			8
<b>Раздел 3. Биологическая безопасность микробиологических производств</b>	<b>28</b>	<b>2</b>	<b>4</b>	<b>0,25</b>	<b>21,75</b>
Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.	13,75		2/2		11,75
Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств	14	2	2		10
<i>контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25			0,25	
<i>подготовка к зачету (контроль)</i>	4				4
<b>Всего за 5 семестр</b>	<b>72</b>	<b>4</b>	<b>8</b>	<b>0,25</b>	<b>59,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>6</b>	<b>8</b>	<b>0,25</b>	<b>93,75</b>

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

### **Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства**

Предмет, цели и задачи промышленной микробиологии. Микроорганизмы, используемые в промышленной микробиологии. Методы селекции и получение новых штаммов с полезными свойствами. Методы хранения культур. Защита культур от поражения фагами.

### **Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов**

Влияние факторов окружающей среды (рН, Eh, температура, содержание кислорода и др.) на микроорганизмы. Оптимальные и лимитирующие значения. Количественные характеристики микроорганизмов: скорость роста, выход биомассы, метаболический коэффициент. Затраты на поддержание жизни без размножения, константа насыщения, константа ингибирования. Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов.

### **Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов.**

Культивирование в суспензионных культурах. Периодическое и непрерывное культивирование. Хемостат. Ауксостат. Непрерывная культура с возвратом клеток. Многостадийное проточное культивирование. Конструкции ферментеров и способы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов. Твердофазное культивирование и его особенности. Сырье для культивирования промышленных штаммов.

### **Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.**

Общие принципы иммобилизации клеток и ферментов. Методы иммобилизации и их применение в промышленности.

## **Раздел 2. Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов**

**Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.**

Производство аминокислот. Производство аминокислот путем микробного синтеза. Микроорганизмы- продуценты. Производство глутаминовой кислоты, лизина, треонина, триптофана, аспартата. Очистка аминокислот. Производство антибиотиков. Антибиотики, образуемые грибами и их продуценты. Антибиотики, образуемые бактериями и их продуценты. Антибиотики, продуцируемые актиномицетами. Технологии получения. Производство ферментов. Микроорганизмы-продуценты технических ферментных препаратов. Некоторые ферменты, производимые промышленностью. Амилазы, целлюлазы, пектиназы, протеиназы. Основные этапы технологии получения. Использование ферментных препаратов в пищевой промышленности, медицине, при переработке сельскохозяйственного сырья и др. Производство витаминов

Микроорганизмы-продуценты витаминов. Технология получения из микробной биомассы водорастворимых витаминов (рибофлавин, тиамин, цианкоболамин, аскорбиновая кислота и др.). Технология производства жирорастворимых витаминов (витамин А, витамин D, каротиноиды) путем микробного синтеза. Производство микробных полисахаридов

Ксантан, геллан, велан, декстран, курдлан, пуллуан. Область использования природных полисахаридов микробного происхождения. Микроорганизмы-продуценты. Условия культивирования продуцентов.

**Тема 6.** Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма

Производство органических кислот. Производство уксусной кислоты. Микроорганизмы-продуценты уксусной кислоты. Аэробный способ производства ацетата. Французский и немецкий способы получения пищевого уксуса. Анаэробная технология производства ацетата. Производство молочной кислоты. Свойства промышленных микроорганизмов, способных образовывать молочную кислоту. Сырье для получения молочной кислоты. Технология производства и очистки молочной кислоты. Получение лимонной кислоты. Технологии получения лимонной кислоты при культивировании гриба *Aspergillus niger*. Производство растворителей. Производство биоэтанола. Дрожжи - традиционные продуценты биоспирта. Технологии получения биоэтанола с использованием дрожжей. Использование бактерий как продуцентов биоэтанола. Производство ацетона и бутанола. Биоконверсия растительного сырья, отходов сельского хозяйства и перерабатывающей промышленности в растворители.

**Тема 7.** Производства, основанные на получении микробной биомассы.

Получение белка. Технология производства кормового белка. Производство пробиотиков и пребиотиков. Закваски. Получение микробных препаратов для сельского хозяйства и биоремедиации загрязненных почв.

**Раздел 3. Биологическая безопасность микробиологических производств**

**Тема 8.** Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.

Классификация штаммов микроорганизмов по степени опасности. Меры безопасности при работе с биологическими объектами. Порядок оценки безопасности промышленных штаммов.

**Тема 9.** Обеспечение безопасности микробиологических производств

Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, включающих живые клетки продуцента. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, содержащих инактивированные клетки. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности микробиологических производств. Основные источники эмиссии микробиологиче-

ских производств. Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых микроорганизмов-продуцентов бактериальных препаратов и их компонентов. Характеристика жидких, твердых и газообразных отходов микробиологической промышленности. Утилизация твердых и газообразных отходов, очистка сточных вод микробиологической промышленности.

#### 4.3 Лекции/практические/ занятия

Таблица 4

#### Содержание лекций/лабораторного практикума/ и контрольные мероприятия

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции (индикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практическая подготовка*
1	<b>Раздел 1. Научные основы промышленной микробиологии</b>				
	<b>Тема 1.</b> Микроорганизмы-продуценты и их свойства.	Лекция. 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства.	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4	Проверка конспекта лекций	4
	<b>Тема 2.</b> Пути управления биохимической активностью микроорганизмов	Самостоятельное изучение темы			
	<b>Тема 3.</b> Методы культивирования микроорганизмов	Самостоятельное изучение темы			
	<b>Тема 4.</b> Применение иммобилизованных клеток и ферментов.	Самостоятельное изучение темы			
2.	<b>Раздел 2. Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов</b>				



№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции (ин- дикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практиче- ская подготовка*
	<b>Тема 5.</b> Полу- чение биологиче- ски активных ве- ществ и от- дельных компо- нентов микроб- ной клетки.	<b>ПЗ №1</b> Изучение культу- ральных и физиологических признаков аэробных, анаэ- робных и факультативно- анаэробных микроorganiz- мов продуцентов	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	1.84
		Рубежное тестирование. Раздел 1. Научные основы промышленной микробиоло- гии	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4	Тестирование	0,16
	<b>Тема 6.</b> Техно- логии, основан- ные на брожениях и других про- цессах метабо- лизма	<b>ПЗ № 2.</b> Поверхностное и глубинное культивирование микроорганизмов. Оборудо- вание и приборы для про- мышленного культивирова- ния микроорганизмов. Под- готовка реакторов к работе. Режимы и технология стерили- зации реакторов	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	2/2
	<b>Тема 7.</b> Произ- водства, осно- ванные на полу- чении микробной биомассы	<b>Лекция 2.</b> Производства, осно- ванные на получении мик- робной биомассы	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4	Проверка конспекта лекций	1,84
		Рубежное тестирование Раздел 2. Важнейшие про- мышленные процессы, осно- ванные на применении мик- роорганизмов	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4	Тестирование	0,16

№ п/п	№ раздела	№ и название лекций/ практических занятий с указанием контрольных мероприятий	Формируемые компетенции (ин- дикаторы)	Вид контрольного мероприятия	Количество часов из них практиче- ская подготовка*
<b>Раздел 3. Биологическая безопасность микробиологических производств</b>					
	<b>Тема 8.</b> Основ- ные требования к промышленным штаммам микро- организмов.	<b>ПЗ № 3.</b> Основные требова- ния к промышленным штам- мам микроорганизмов	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	2/2
	<b>Тема 9.</b> Обес- печение безопас- ности микробио- логических про- изводств	<b>Лекция 3.</b> Обеспечение без- опасности микробио- логических производств	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4	Проверка конспекта лекций	2
		<b>ПЗ № 4.</b> Оценка санитарно- микробиологического состо- яния окружающей среды биотехнологического произ- водства	ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4	Устный опрос, кон- троль выпол- нения задания в рабочей тетради	2

\* в том числе практическая подготовка. (см учебный план)

Таблица 5

**Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины**

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Раздел 1. Научные основы промышленной микробиологии</b>		
1.	Тема 1. Микрооргани- змы-продуценты и их свойства	Проработка и повторение лекционного материала и матери- ала учебников и учебных пособий (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4)
2.	Тема 2. Пути управления биохимической активно-	Проработка и повторение лекционного материала и матери- ала учебников и учебных пособий (ПКос-1.1; ПКос-1.2;

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
	стью микроорганизмов	ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4)
3	Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4)
4	Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4)
<b>Раздел 2. Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов</b>		
5	Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4)
6	Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4)
7	Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4)
<b>Раздел 3. Биологическая безопасность микробиологических производств</b>		
8	Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4)
9	Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств	Проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий (ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4)

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

### Применение активных и интерактивных образовательных технологий

№ п/п	Тема занятия	Форма занятия	Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
<b>Раздел 1 «Общая микробиология».</b>			

1	Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства	Л	информационно-коммуникационная технология; индивидуальной образовательной траектории, и сквозные цифровые технологии
2	Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов	СР	информационно-коммуникационная технология; индивидуальной образовательной траектории, и сквозные цифровые технологии
3	Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов.	СР	информационно-коммуникационная технология; индивидуальной образовательной траектории, и сквозные цифровые технологии
4	Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.	СР	информационно-коммуникационная технология; индивидуальной образовательной траектории, и сквозные цифровые технологии
5	Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.	ПР	информационно-коммуникационная технология; индивидуальной образовательной траектории, и сквозные цифровые технологии
6	Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма	ПР	информационно-коммуникационная технология; индивидуальной образовательной траектории, и сквозные цифровые технологии
7	Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.	Л	информационно-коммуникационная технология; индивидуальной образовательной траектории, и сквозные цифровые технологии
	Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.	ПР	информационно-коммуникационная технология; индивидуальной образовательной траектории, и сквозные цифровые технологии
	Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств	ПР/Л	информационно-коммуникационная технология; индивидуальной образовательной траектории, и сквозные цифровые технологии

## **6. Текущий контроль успеваемости и промежуточная аттестация по итогам освоения дисциплины**

### **6.1. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений и навыков и (или) опыта деятельности**

#### **Вопросы к устным опросам**

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

##### **Тема 1. Микроорганизмы-продуценты и их свойства.**

1. Требования к промышленным штаммам микроорганизмов.
2. Основные направления использования бактерий в промышленной микробиологии.

3. Основные направления использования дрожжей и мицелиальных грибов в промышленной микробиологии.

4. Основные направления использования актиномицетов в промышленной микробиологии.

5. Основные направления использования микроскопических водорослей в промышленной микробиологии.

6. Методы селекции микроорганизмов, используемых для получения промышленных штаммов микроорганизмов.

1. Основные методические приемы поиска и выделения культур-продуцентов.

2. Экофизиологический подход выделения микроорганизмов из окружающей среды и его особенности.

3. Факторы мутагенеза и рекомбиногенеза, используемые для получения штаммов- продуцентов для промышленной микробиологии.

4. Генно-инженерные методы, используемые для получения микроорганизмов- суперпродуцентов.

5. Что такое индуцированная селекция.

6. . Что представляют собой мутагены.

7. Что такое гибридизация микроорганизмов и насколько широко она используется в селекции.

8. В чем заключается метод получения рекомбинантной ДНК.

9. В каких областях биотехнологии получены положительные результаты при использовании методов генной инженерии?

10. . Методы хранения культур: периодические пересевы на питательные среды. Допустимые сроки периодических пересевов.

11. Хранение микроорганизмов в лиофилизированном состоянии. Преимущества и недостатки.

12. Хранение микроорганизмов при низких температурах. Допустимые сроки хранения.

13. Коллекции микроорганизмов. Коллекции промышленных микроорганизмов.

14. Защита культур от поражения фагами.

## **Тема 2. Пути управления биохимической активностью микроорганизмов.**

1. Влияние факторов окружающей среды (рН, Eh, температура, содержание кислорода и др.) на микроорганизмы.

2. Оптимальные и лимитирующие значения.

3. Количественные характеристики микроорганизмов: скорость роста, выход биомассы, метаболический коэффициент.

4. Затраты на поддержание жизни без размножения, константа насыще-

ния, константа ингибирования.

5. Основные принципы регуляции метаболизма и скорости роста микроорганизмов.

### **Тема 3. Методы культивирования микроорганизмов.**

1. Культивирование в суспензионных культурах.
2. Периодическое культивирование. Рост культуры при периодическом культивировании.
3. Синхронные культуры.
4. Явление диауксии.
5. Непрерывное культивирование. Хемостат. Ауксостат.
6. Непрерывная культура с возвратом клеток.
7. Многостадийное проточное культивирование.
8. Понятие технологического процесса. Основные стадии биотехнологического производства с использованием микроорганизмов.
9. Характеристика стадии получения посевного материала.
10. Конструкции ферментеров и способы культивирования аэробных и анаэробных микроорганизмов.
11. Питательные среды. Требования, предъявляемые к питательным средам.
12. Схема приготовления питательных сред.
13. Сырье для культивирования промышленных штаммов
14. Периодический и непрерывный режим стерилизации питательных сред.
15. Основные условия процесса ферментации, обеспечивающие максимальный синтез целевого продукта.
16. Требования к стерильности процесса ферментации.
17. Влияние температуры и pH на рост и синтез биологически активных веществ в процессе ферментации.
18. Режим аэрации в процессе ферментации. Схема подготовки стерильного воздуха.
19. Пенообразование. Меры предупреждения образования пены и борьба с ней.
20. Твердофазное культивирование и его особенности.

### **Тема 4. Применение иммобилизованных клеток и ферментов.**

1. Общие принципы иммобилизации клеток и ферментов.
2. Преимущества и недостатки использования иммобилизованных клеток в микробиологических производствах.
3. Методы иммобилизации.
4. Особенности метода привязки к носителю.
5. Особенности иммобилизации, основанный на поперечном сшивании.

6. Что используют в качестве носителя для иммобилизованных клеток микроорганизмов.

7. Какие способы иммобилизации продуцентов распространены наиболее широко?

8. Какие способы пришивки культур микроорганизмов к носителям наиболее выгодны экономически?

## **Раздел 2. Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов**

### **Тема 5. Получение биологически активных веществ и отдельных компонентов микробной клетки.**

1. Производство аминокислот путем микробного синтеза.
2. Микроорганизмы-продуценты аминокислот.
3. Производство глутаминовой кислоты, лизина, треонина, триптофана, аспартата.
4. Очистка аминокислот.
5. Микроорганизмы-продуценты витаминов.
6. Технология получения из микробной биомассы водорастворимых витаминов (рибофлавин, тиамин, циан-коболамин, аскорбиновая кислота и др.).
7. Технология производства жирорастворимых витаминов (витамин А, витамин D, каротиноиды) путем микробного синтеза.
8. Требования предъявляемые к продуцентам ферментов.
9. Получение бактериальных пектолитических ферментов.
10. Получение протеолитических, липолитических и амилолитических ферментов: продуценты, способы, приемы.
11. Основные этапы технологии получения ферментов с использованием микроорганизмов.
12. Использование ферментных препаратов в пищевой промышленности, медицине, при переработке сельскохозяйственного сырья и др.
13. Использование антибиотиков в различных сферах практической деятельности человека.
14. Характеристика основных биологических свойств антибиотиков.
15. Классификация антибиотиков.
16. Антибиотики, образуемые грибами и их продуценты.
17. Антибиотики, образуемые бактериями и их продуценты.
18. Антибиотики, продуцируемые актиномицетами.
19. Антибиотики. Технологии получения.
20. Приведите примеры бактериальных гомополисахаридов и гетерополисахаридов.
21. Назовите продуцентов бактериальных экзополисахаридов.
22. Как влияют условия культивирования продуцентов на биосинтез бак-

терильных экзополисахаридов.

23. Какое практическое применение имеют бактериальные экзополисахариды?

24. Как влияют условия культивирования продуцентов на биосинтез бактериальных экзополисахаридов.

### **Тема 6. Технологии, основанные на брожениях и других процессах метаболизма.**

1. Какие органические кислоты производят в промышленных масштабах путем микробного синтеза?

2. Какие микроорганизмы известны как продуценты лимонной кислоты?

3. Назовите области применения лимонной кислоты.

4. Опишите способы получения лимонной кислоты.

5. Какое сырье используют как субстрат для промышленного культивирования продуцентов лимонной кислоты?

6. Опишите особенности твердофазной ферментации для производства лимонной кислоты.

7. Микроорганизмы-продуценты уксусной кислоты из спиртосодержащих жидкостей и их особенности.

8. Опишите основные технологии промышленного производства уксусной кислоты.

9. Производство уксуса глубинным способом.

10. Производство уксуса поверхностным способом.

11. Способы очистки и концентрирования уксусной кислоты.

12. Опишите области применения молочной кислоты.

13. Микроорганизмы-продуценты молочной кислоты и их особенности.

14. Опишите основные этапы технологии промышленного получения молочной кислоты.

15. Приведите общую характеристику пропионовокислого брожения.

16. Опишите производство и области применения пропионовой кислоты.

17. Какие нейтральные продукты производят в промышленных масштабах путем микробного синтеза?

18. Дайте общую характеристику спиртового брожения и дрожжей, используемых в промышленности.

19. Опишите методы подготовки сырья к сбраживанию в спиртовой промышленности.

20. Дайте характеристику основных этапов производства этанола с использованием дрожжей из мелассы.

21. Дайте характеристику основных этапов производства этанола с использованием дрожжей из крахмалсодержащего сырья.



## **Тема 7. Производства, основанные на получении микробной биомассы.**

1. Микробный белок. В чем преимущества микробного белка?
2. Производство микробного белка. Микроорганизмы- продуценты.
3. Основные виды сырья, используемые для производства микробного белка.
4. Принципиальная схема производства микробного белка.
5. Каким образом микромицеты используются для получения микробного белка?
6. Пребиотики и пробиотики.
7. Ключевые роды и виды микроорганизмов, используемых как пробиотики.
8. Закваски для кормопроизводства на основе молочнокислых бактерий.
9. Закваски для пищевой промышленности.
10. Производство бактериальных удобрений.
11. Основные представители микроорганизмов, используемых для земледобрых биопрепаратов.
12. Инокулянты для бобовых культур, особенности их производства.
13. Получение микробных препаратов для защиты растений.
14. Микроорганизмы, используемые для приготовления биологических средств защиты растений.
15. Микробные препараты для биоремедиации загрязненных почв.

## **Раздел 3. Биологическая безопасность микробиологических производств.**

### **Тема 8. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.**

1. Классификация штаммов микроорганизмов по степени опасности.
2. Меры безопасности при работе с биологическими объектами.
3. Порядок оценки безопасности промышленных штаммов.

### **Тема 9. Обеспечение безопасности микробиологических производств**

1. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, включающих живые клетки продуцента.
2. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, содержащих инактивированные клетки.
3. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности микробиологических производств.
4. Основные источники эмиссии микробиологических производств.
5. Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых микроорганизмов-продуцентов бактериальных препаратов и их компонентов.

6. Характеристика жидких, твердых и газообразных отходов микробиологической промышленности.

7. Утилизация твердых и газообразных отходов, очистка сточных вод микробиологической промышленности.

### **Вопросы текущего контроля знаний**

1. Классификация штаммов микроорганизмов по степени опасности (патогенности).

2. Меры безопасности при работе с биологическими объектами.

3. Нормативные документы, регламентирующие работу с микроорганизмами 3 и 4 групп патогенности (опасности).

4. Порядок оценки безопасности промышленных штаммов, принятой на территории РФ.

5. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, включающих живые клетки продуцента.

6. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, содержащих инактивированные клетки.

7. Инженерно-технологическое обеспечение безопасности микробиологических производств.

8. Основные источники эмиссии микробиологических производств.

9. Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых микроорганизмов- продуцентов бактериальных препаратов и их компонентов в производственных помещениях.

10. Предельно допустимые концентрации (ПДК) некоторых микроорганизмов- продуцентов бактериальных препаратов и их компонентов в газо-воздушных выбросах микробиологических производств.

11. Характеристика жидких, твердых и газообразных отходов микробиологической промышленности.

12. Утилизация твердых и газообразных отходов микробиологической промышленности.

13. Очистка сточных вод микробиологической промышленности.

### **Критерии оценивания:**

**Оценка «отлично»** выставляется студенту, если демонстрируются: глубокое и прочное усвоение программного материала полные, последовательные, грамотные и логически излагаемые ответы при видоизменении задания, свободное владение материалом, правильно обоснованные принятые решения.

**Оценка «хорошо»** выставляется студенту, если демонстрируются: знание программного материала грамотное изложение, без существенных неточностей в ответе на вопрос, правильное применение теоретических знаний; владение необходимыми навыками при выполнении практических задач.

**Оценка «удовлетворительно»** выставляется студенту, если демонстрируются: усвоение основного материала, при ответе допускаются неточности, при ответе даются недостаточно правильные формулировки, нарушается последовательность в изложении программного материала, имеются затруднения в выполнении практических заданий.

### **Тесты для текущего контроля знаний обучающихся**

Тестовые задания для текущего контроля знаний обучающихся представлены в учебно-методическом пособии: Упражнения и контрольные работы по дисциплине «Практические основы технологии микробиологических производств» учебно-методический комплекс / О. В. Селицкая; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). - Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2015. - 56 с.

### **Рубежное тестирование.**

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

Тестовые задания по Темам 1-4.

#### **1 Вариант**

1. К внехромосомным факторам наследственности бактерий относятся:
  - а) плазмиды;
  - б) транспозоны;
  - в) последовательности;
  - г) нуклеоид.
2. Мутации это:
  - а) Обмен генетической информацией между донором и реципиентом
  - б) Интеграция плазмиды в бактериальную хромосому
  - в) Наследуемые изменения, обусловленные действием мутагенов
  - г) Изменения в геноме прокариотной клетки
  - д) Усиливает биосинтез белка
3. Передача ДНК от бактерий-донора к бактерии-реципиенту при участии бактериофага, называется:
  - а) трансформация
  - б) трансдукция
  - в) конъюгация
  - г) диссоциация
  - д) транслокация
4. Транспозоны представляют собой:
  - а) нуклеотидные последовательности, включающие 2000-20500 пар нуклеотидов;
  - б) фрагменты ДНК длиной около 1000 пар нуклеотидов;
  - в) кольцевидные суперсперализированные молекулы ДНК, содержащие 1500-400 000 пар нуклеотидов.
5. Трансдукцией является:
  - а) процесс передачи генетического материала от одних бактерий другим с помощью фагов;
  - б) процесс переноса генетического материала в растворенном состоянии при культивировании реципиента на среде с ДНК донора;
  - в) процесс передачи генетического материала от клетки-донора в клетку-реципиент путем непосредственного контакта клеток.
6. Прием культивирования микроорганизмов, сопровождающийся постоянной подачей в культиватор свежего питательного раствора и отбором из него

равного объема суспензии клеток – это \_\_\_\_\_

7. При твердофазном культивировании расход посевной культуры грибов, содержащей 0,5-3 млрд, спор на г сух. культуры, составляет а) 3-10% от массы среды

- б) 0,002-0,03% от массы среды
- в) 0,01 % от массы среды
- г) 0,005% от массы среды

8. Поверхностный способ культивирования (применение, преимущества и недостатки).

9. Бактерии, которые развиваются при концентрации NaCl от 12-15% и выше, относятся к...

- а) экстремальным галофилам
- б) галотолерантным
- в) морским
- г) умеренным галофилам

10. Бактерии, растущие с максимальной скоростью при температуре ниже +20°C, - это

- а) психрофилы
- б) термофилы
- в) мезофилы
- г) гипертермофилы

## 2 Вариант

1. Мутация заключается:

- а) в изменениях первичной структуры ДНК, которые выражаются в наследственно закрепленном изменении или утрате какого-либо признака;
- б) в процессе восстановления наследственного материала;
- в) в процессе передачи генетического материала донора реципиентной клетке.

2. По происхождению мутации делятся на:

- а) спонтанные
- б) индуцированные
- в) истинные
- г) супрессорные
- д) обратные

3. Передача ДНК от бактерий-донора к бактерии-реципиенту при участии бактериофага, называется:

- а) трансформация
- б) трансдукция
- в) конъюгация
- г) диссоциация
- д) транслокация

4. Рекомбинацией называют:

- а) изменения в первичной структуре ДНК, которые выражаются в наследственно закрепленном изменении или утрате какого-либо признака;
- б) процесс восстановления наследственного материала;
- в) процесс передачи генетического материала донора реципиентной

клетке.

5. Трансдукция состоит из следующих этапов:

- а) расщепление хромосомы донора под действием фага
- б) перенос ДНК через цитоплазматический мостик
- в) включение части хромосомы донора в геном фага
- г) рекомбинация между хромосомами реципиента
- д) адсорбция ДНК донора на клетке реципиента

6. Чистая культура – это \_\_\_\_\_

7. Фаза периодического культивирования, которая характеризуется постоянной максимальной скоростью деления клеток или скоростью роста - \_\_\_\_\_

8. Расход посевного материала для неспорообразующих бактерий составляет

- а) 3-10% к объему засеваемой среды
- б) 0,002-0,03% от массы среды
- в) 0,01 % от массы среды
- г) 0,005% от массы среды

9. Установите правильную последовательность технологических этапов микробной биоконверсии растительного сырья.

- а) Подготовка посевного материала;
- б) Выбор способа культивирования;
- в) Выбор культуры (штамма) микроорганизма;
- г) Выбор оптимальных режимов культивирования.

10. Бактерии развиваются в диапазоне активности воды ( $a_w$ ) равно...

- а) 0,90 - 0,99
- б) 0,50 - 0,62
- в) 0,62 - 0,99
- г) 0,40 - 0,60

### 3 Вариант

1. Носителями генетической информации у бактерий являются:

- а) молекулы ДНК;
- б) молекулы РНК;
- в) плазмиды;
- г) транспозоны.

2. Генные мутации появляются в результате:

- а) выпадения пар оснований;
- б) вставки оснований;
- в) замены пар оснований;
- г) перемещения транспозонов.

3. Рекомбинацией называют:

- а) изменения в первичной структуре ДНК, которые выражаются в наследственно закрепленном изменении или утрате какого-либо признака;
- б) процесс восстановления наследственного материала;
- в) процесс передачи генетического материала донора реципиентной клетке.

4. К репарации относится:

- а) изменения в первичной структуре ДНК, которые выражаются в наследственно закрепленном изменении или утрате какого-либо признака;
- б) процесс восстановления наследственного материала;
- в) процесс передачи генетического материала донора реципиентной клетке.

5. Трансформацией является:

- а) процесс передачи генетического материала от одних бактерий другим с помощью фагов;
- б) процесс переноса генетического материала в растворенном состоянии при культивировании реципиента на среде с ДНК донора;
- в) процесс передачи генетического материала от клетки-донора в клетку-реципиент путем непосредственного контакта клеток.

6. Накопительная культура – это \_\_\_\_\_

7. Выращивание микроорганизмов на несменяемой среде от инокуляции до окончания роста клеток вследствие исчерпания питательного субстрата и накопления продуктов метаболизма носит название -

8. Фаза периодического культивирования, когда процессы деления и отмирания клеток в популяции находятся в динамическом равновесии – это \_\_\_\_\_

9. Расход посевного материала для спорообразующих бактерий составляет

- а) 3-10% к объему засеваемой среды
- б) 0,002-0,03% от массы среды
- в) 0,01 % от массы среды
- г) 0,005% от массы среды

10. Бактерии, растущие с максимальной скоростью при температуре выше +50°C, - это

- а) психрофилы
- б) термофилы
- в) мезофилы
- г) гипертермофилы

#### 4 Вариант

1. Плазмиды представляют собой:

- а) нуклеотидные последовательности, включающие 2000-20500 пар нуклеотидов;
- б) фрагменты ДНК длиной около 1000 пар нуклеотидов;
- в) кольцевидные суперспирализованные молекулы ДНК, содержащие 1500-400000 пар нуклеотидов.

2. Мутации у микроорганизмов возникают под действием:

- а) ферментов
- б) рентгеновских лучей
- в) токсинов бактерий
- г) факторов роста
- д) оптимальной температуры

3. Конъюгацией называют:

- а) процесс передачи генетического материала от одних бактерий другим

с помощью фагов;

б) процесс переноса генетического материала в растворенном состоянии при культивировании реципиента на среде с ДНК донора;

в) перенос генетического материала от клетки-донора в клетку-реципиент путем непосредственного контакта клеток.

4. К хромосомным мутациям по молекулярному механизму относятся:

а) делеция

а. транслокация

б. дубликация

в. конъюгация

г. трансформация

5. Мутации характеризуются:

а) фенотипической изменчивостью

б) точечными изменениями в ДНК

в) участковыми изменениями в ДНК

г) изменениями во многих клетках

д) передачей генетического материала при непосредственном контакте

6. Периодическое культивирование подразумевает

а) выращивание микроорганизмов в закрытой системе в сосуде определенного объема

б) выращивание микроорганизмов в системе с периодической подачей питательного субстрата и удалением части биомассы

в) выращивание микроорганизмов в проточной системе

г) поддержание на постоянном уровне состава среды и условий роста микроорганизмов

7. Установите правильную последовательность стадий развития микроорганизмов при периодическом культивировании

1- лаг-фаза; 2 - стационарная фаза; 3 - фаза отмирания; 4- экспоненциальная (логарифмическая) фаза; 5 - фаза замедление роста.

8. При глубинном культивировании расход посевной культуры грибов, содержащей 0,5-3 млрд, спор на г сух. культуры, составляет от массы среды.

а) 3-10%

б) 0,002-0,03%

в) 0,01%

г) 0,005%

9. Выбор штамма микроорганизма-продуцента определяется следующими параметрами:

9. Бактерии, для которых оптимальные температуры выше+70°C...

а) мезофилы

б) термотолеранты

в) психрофилы

г) экстремальные термофилы

### **Рубежное тестирование**

## **Раздел 2. Важнейшие промышленные процессы, основанные на применении микроорганизмов**

Тестовые задания по Темам 5 - 7

## Вариант 1

1. **Эффект Пастера это**
  - а. подавление спиртового брожения, осуществляемого дрожжами, в аэробных условиях;
  - б. доказательство невозможности «самозарождения» жизни;
  - в. подавление спиртового брожения, осуществляемого дрожжами, в анаэробных условиях;
  - г. образование дрожжами глицерина при подщелачивании среды (рН 8).
2. **Дрожжи могут сбраживать такие углеводы как:**
  - а. глюкоза;
  - б. крахмал;
  - в. целлюлоза;
  - г. декстрин.
3. **Установите правильную последовательность технологических этапов производства биоэтанола из зерна:**
  - а. разваривание;
  - б. дробление зерна;
  - в. отделение примесей;
  - г. брожение
  - д. ректификация
  - е. осахаривание сусле
  - ж. приготовление дрожжей
4. **Лучший источник азотного питания для молочнокислых бактерий:**
  - а. аминокислоты
  - б. нитраты
  - в. соли аммония
  - г. мочевины
5. **Основными продуктами маслянокислого брожения являются:**
  - а. масляная и уксусная кислоты
  - б. масляная и щавелевая кислоты
  - в. молочная и уксусная кислоты
  - г. масляная кислота и этиловый спирт
6. **Действующее начало препарата фосфобактерин:**
  - а. *Bacillus megaterium*
  - б. *Bacillus mycoides*
  - в. *Bacillus mesentericus*
  - г. *Bacillus subtilis*
7. **Бактерии какого рода используют при создании препаратов «Азотобактерин» и «Азотовит»:**
  - а. *Bacillus mycoides*1,



- б. *Rhizobium trifolvi*,
- в. *Azotobacter chroococcum*,
- г. *Lactobacillus plantarum*

## Вариант 2

1. **Подавление спиртового брожения в присутствии кислорода называется:**
  - а. эффектом Пастера
  - б. эффектом Коха
  - в. катаболизмом
  - г. метаболизмом
2. **Укажите реакцию среды (рН), оптимальную для спиртового брожения, осуществляемого дрожжами:**
  - а. 4-5
  - б. 2-3
  - в. 5-6
  - г. 6-7
3. **Установите правильную последовательность технологических этапов производства биоэтанола из мелассы:**
  - а. подготовка субстрата;
  - б. брожение;
  - в. ректификация;
  - г. дистилляция;
  - д. приготовление дрожжей.
4. **При гомоферментативном молочнокислом брожении образуется:**
  - а. молочная кислота
  - б. молочная кислота и этанол
  - в. молочная кислота и уксусная кислота
  - г. молочная кислота и диоксид углерода
5. **Пропионовокислое брожение применяется:**
  - а. в производстве твердых сычужных сыров
  - б. для получения кисломолочных напитков
  - в. в процессе сенажирования кормовых трав
  - г. в качестве биоудобрения
6. **В качестве продуцентов микробного белка чаще всего используют**
  - а. дрожжи
  - б. бактерии
  - в. вирусы
  - г. прионы

7. **Положительное действие фосфобактерина:**
- а. перевод фосфоорганических соединений в доступную для растений форму
  - б. проникновение доступных форм фосфора в растение через наземную часть
  - в. улучшение фосфорного питания в неблагоприятные для растений периоды
  - г. миграция «фосфорных» бактерий внутрь растения для обеспечения фосфорного питания
8. Хозяйственноценные продукты      Условия культивирования дрожжей
1. кормовой белок                              а. анаэробные
  2. спирт этиловый                              б. аэробные
9. **Действующим началом микробных биопрепаратов являются:**
- а. регуляторы роста растений
  - б. живые микроорганизмы
  - в. антибиотики
  - г. элементы минерального питания
10. Биопрепарат на основе симбиотических азотфиксаторов называется:
- а. флавобактерин;
  - б. ризоторфин;
  - в. агрофил;
  - г. азотобактерин.

### Вариант 3

1. **Дрожжи не способны расщеплять такие углеводы как:**
  - а. глюкоза
  - б. крахмал
  - в. арабиноза
  - г. сахароза
2. **Если реакцию питательного субстрата при спиртовом брожении поддерживать при рН то одним из основных продуктов брожения будет:**
  - а. глицерин
  - б. глицеральдегид
  - в. бисульфит натрия
  - г. бутиловый спирт
3. **Сырьем для производства этанола не является:**
  - а. картофель;
  - б. зерно;
  - в. древесные отходы;
  - г. рапсовое масло.
4. **Молочнокислые бактерии сбраживают:**

- а. лактозу
  - б. клетчатку
  - в. крахмал
  - г. целлюлозу
5. **Лучший источник азотного питания для молочнокислых бактерий:**
- а. аминокислоты
  - б. нитраты
  - в. соли аммония
  - г. мочевины
6. **Пропионовокислые бактерии по отношению к кислороду:**
- а. аэротолерантные анаэробы
  - б. факультативные анаэробы
  - в. аэробы
  - г. облигатные аэробы
7. **Укажите оптимальные значения рН для протекания процесса:**
- |                          |    |         |
|--------------------------|----|---------|
| 1. спиртовое брожение    | а. | 4,0—5,0 |
| 2. глицериновое брожение | б. | 8,0     |
|                          | в. | 5,0—7,0 |
|                          | г. | 3,0—4,0 |
8. **Типы молочнокислого брожения**      **Продукты брожения**
- |                         |    |                  |
|-------------------------|----|------------------|
| 1. гомоферментативное   | а. | молочная кислота |
| 2. гетероферментативное | б. | этиловый спирт   |
| 3. бифидоброжение       | в. | углекислый газ   |
|                         | г. | уксусная кислота |
10. **Действующее начало биопрепарата азотобактерин:**
- а. *Azotobacter chroococcum*
  - б. комплекс азотобактерий
  - в. азотные удобрения
  - г. азотфиксирующие актиномицеты

#### Вариант 4

1. **Дрожжи по отношению к кислороду:**
- а. факультативные анаэробы
  - б. анаэробы
  - в. аэробы
  - г. микроаэрофилы
2. **Дрожжи используют в качестве источника углерода:**
- а. сахарозу
  - б. целлюлозу
  - в. крахмал

г. пектин

3. Для пивоварения применяют расы дрожжей в основном:

а. низовые

б. верховые

в. термофильные

г. осмофильные

4. При производстве этанола из мелассы отсутствует такая стадия технологического процесса как:

а. осахаривание

б. дистилляция

в. брожение (ферментация)

г. приготовление засевных дрожжей

5. Молочнокислые бактерии по отношению к кислороду:

а. анаэробы

б. аэротолеранты

в. микроаэрофилы

г. аэробы

6. Укажите конечные продукты ацетонобутилового брожения, в частности:

а.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OH} + \text{CH}_3\text{COCH}_3$

б.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH} + \text{CH}_3\text{COOH}$

в.  $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH} + \text{CH}_3\text{CH}_2\text{OH}$

г.  $\text{CH}_3\text{COCOON} + \text{CH}_3\text{CON}$

7. Конечные продукты метаболизма дрожжей

1. спиртовое

2. маслянокислое

Условия культивирования дрожжей

а. аэробные

б. анаэробные

в. щелочная среда

г. повышенное давление

8. Брожение

1. спиртовое

2. маслянокислое

Конечные продукты

а.  $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$

б.  $\text{CO}_2$

в.  $\text{CH}_3\text{COOH}$

г.  $\text{CH}_3\text{CH}_2\text{CH}_2\text{COOH}$

д.  $\text{CH}_3\text{CHOHCOOH}$

е.  $\text{H}_2$

9. Типы молочнокислого брожения

1. гомоферментативное

Возбудители брожения

а. *Lactobacillus bulgaricus*;

- |    |                      |    |                                   |
|----|----------------------|----|-----------------------------------|
| 2. | гетероферментативное | б. | <i>Lactobacillus plantarum</i> ;  |
| 3. | бифидоброжение       | в. | <i>Streptococcus lactis</i> ;     |
|    |                      | г. | <i>Bifidobacterium</i> ;          |
|    |                      | д. | <i>Leuconoctoc</i>                |
|    |                      | е. | <i>Lactobacillus bulgaricus</i> ; |

10. Действующим началом микробных биопрепаратов являются:
- регуляторы роста растений
  - живые микроорганизмы
  - антибиотики
  - элементы минерального питания.

**Критерии оценивания теста:**

**Критерии выставления оценок за тест, состоящий из пяти вопросов.**

Время выполнения работы: 7-10 мин.

Оценка «отлично» – 5 правильных ответов;

Оценка «хорошо» – 4 правильных ответов;

Оценка «удовлетворительно» – 3 правильных ответов;

Оценка «неудовлетворительно» – 2 правильных ответов.

**Критерии выставления оценок за тест, состоящий из десяти вопросов.**

Время выполнения работы: 10-15 мин.

Оценка «отлично» – 10 правильных ответов;

Оценка «хорошо» – 9-7 правильных ответов;

Оценка «удовлетворительно» – 6-5 правильных ответов;

Оценка «неудовлетворительно» – менее 5 правильных ответов.

**Критерии выставления оценок за тест, состоящий из 14 заданий. Время выполнения работы: 15-20 мин.**

Оценка «отлично» – 14-13 правильных ответов;

Оценка «хорошо» – 12-10 правильных ответов;

Оценка «удовлетворительно» – 9-7 правильных ответов;

Оценка «неудовлетворительно» – менее 6 правильных ответов.

**Рабочая тетрадь по дисциплине Б1.В.05 «Микробиология»**

1. Рабочая тетрадь для практических занятий по дисциплине Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств». М.: Центр оперативной полиграфии РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2023.

Рабочая тетрадь является новым видом учебно-методического пособия. Пособие содержит необходимые материалы по изучению методов микробиологических исследований. Рабочая тетрадь составлена в соответствии с программой дисциплины Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств». Часть заданий дана в виде немых таблиц и схем, позволяющих обеспечить программированный контроль за усвоением материала. Кроме того, рабочую тетрадь студенты могут использовать в качестве терминологического словаря. В пособие включены вопросы самоконтроля. Рабочая тетрадь

предназначена для студентов, обучающихся по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология – направленность: , Биотехнология и молекулярная биология

### **Критерии оценивания рабочей тетради по дисциплине.**

- ✓ На «отлично» оценивается работа, если: работа выполнена в заданное время, самостоятельно, с соблюдением последовательности, качественно и творчески; студент правильно выполнил все условия задания, без ошибок и исправлений.
- ✓ На «хорошо» оценивается работа, если: работа выполнена с соблюдением последовательности, при выполнении отдельных условий допущены небольшие отклонения; если студент допустил несущественные ошибки или сделаны в работе исправления.
- ✓ Оценка «удовлетворительно» выставляется, если: работа выполнена в заданное время, самостоятельно, но отдельные условия задания выполнены с ошибками; работа выполнена небрежно или не закончена в срок.
- ✓ Оценка «неудовлетворительно» выставляется, если: студент самостоятельно не справился с условиями задания, последовательность выполнения задания нарушена, при выполнении условий задания допущены большие отклонения, работа оформлена небрежно и имеет незавершенный вид; студент только имеет очень слабое представление о дисциплине и недостаточно, или вообще не освоил умения при решении задания.

## **6.2 Перечень вопросов для проведения зачета по дисциплине.**

### **Вопросы, выносимые на зачет по дисциплине**

1. Основные направления использования бактерий в промышленной микробиологии.
2. Основные направления использования дрожжей в промышленной микробиологии.
3. Основные направления использования мицелиальных грибов в промышленной микробиологии.
4. Основные этапы комплексной оценки промышленных штаммов.
5. Основные требования к промышленным штаммам микроорганизмов.
6. Основные стадии микробиологического производства.
7. Принципы культивирования микроорганизмов. Периодическое культивирование. Преимущества и недостатки.
8. Принципы культивирования микроорганизмов. Непрерывное культивирование. Преимущества и недостатки.
9. Общая концепция и теория непрерывных культур.
10. Типы непрерывного культивирования. Хемостат.
11. Типы непрерывного культивирования. Турбидостат.

12. Твердофазное культивирование. Общая характеристика.
13. Преимущества и недостатки твердофазного культивирования.
14. Использование твердофазного культивирования при производстве антибиотиков.
15. Использование твердофазного культивирования при производстве ферментов.
16. Общие принципы иммобилизации клеток и ферментов.
17. Преимущества и недостатки использования иммобилизованных клеток в микробиологических производствах.
18. Органические кислоты, получаемые путем микробного синтеза, и их продуценты.
19. Получение лимонной кислоты путем микробного синтеза.
20. Основные этапы получения лимонной кислоты в промышленности с использованием *Aspergillus niger*.
21. Микроорганизмы-продуценты ацетата и их особенности.
22. Аэробный способ производства уксусной кислоты. Французская и немецкая технологии получения пищевого уксуса.
23. Анаэробная технология получения ацетата и ее преимущества.
24. Микроорганизмы-продуценты молочной кислоты и их особенности.
25. Основные этапы технологии производства молочной кислоты.
26. Промышленное получение нейтральных продуктов с использованием микроорганизмов.
27. Микроорганизмы-продуценты этанола и их особенности.
28. Основные этапы промышленного получения этанола из зерна с использованием дрожжей.
29. Основные этапы технологии получения спирта из мелассы с использованием дрожжей.
30. Получение этанола с использованием бактерий.
31. Производство глицерина путем микробного синтеза.
32. Получение растворителей путем микробного синтеза в промышленности.
33. Микроорганизмы-продуценты ацетона и бутанола и их особенности.
34. Способы концентрирования спиртов и растворителей из культуральной жидкости.
35. Микроорганизмы- продуценты гидролитических ферментов.
36. Перспективы производства аминокислот при помощи микроорганизмов.
37. Получение белка пищевого и кормового назначения с помощью микроорганизмов.

38. Преимущества и недостатки микробного белка.
39. Получение витаминов группы В путем микробного синтеза.
40. Получение витамина В<sub>12</sub> с помощью пропионовокислых бактерий.
41. Получение рибофлавина в промышленности.
42. Санитарно-гигиеническая оценка биологического объекта и готовых продуктов, включающих живые и инактивированные клетки продуцента.
43. Какие области применения находят микробные полисахариды?
44. Какие природные полисахариды, продуцируемые микроорганизмами, применяют в фармакологии и медицине? С какой целью?
45. Какие способы выделения и очистки микробных полисахаридов применяют при промышленном производстве?

### **6.3. Описание показателей и критериев контроля успеваемости, описание шкал оценивания.**

#### **6.3.1 Оценочные средства текущего контроля успеваемости**

Оценка знаний студентов проводится по следующим критериям:

**Студенту зачет по дисциплине Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств» ставится, если:**

1. Знания студента отличаются глубиной и содержательностью, им дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы, так и на дополнительные:

- студент логично и последовательно раскрывает вопросы, предложенные в билете;
- студент излагает ответы уверенно, осмысленно и ясно;
- глубокие и обобщенные знания основных понятий психологии, форм и методов организации процесса исследования в психологии.

**Студенту зачет по дисциплине Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств», если:**

1. Знания студента не отличаются глубиной и содержательностью, им не дается полный исчерпывающий ответ, как на основные вопросы, так и на дополнительные:

- студент излагает ответы неуверенно, материал неосмыслен;
- обнаружено незнание или непонимание студентом контрольных вопросов;
- допускаются существенные ошибки при изложении ответов на вопросы, которые студент не может исправить самостоятельно.



## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины «Практические основы технологии микробиологических производств»

### 7.1 Основная литература

1. Емцев, В. Т. Микробиология : учебник для вузов / В. Т. Емцев, Е. Н. Мишустин. — 8-е изд., испр. и доп. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 428 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-06081-2. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510779>
2. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 1 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 315 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03805-7. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/510995>
3. Нетрусов, А. И. Микробиология: теория и практика в 2 ч. Часть 2 : учебник для вузов / А. И. Нетрусов, И. Б. Котова. — Москва : Издательство Юрайт, 2023. — 332 с. — (Высшее образование). — ISBN 978-5-534-03806-4. — Текст : электронный // Образовательная платформа Юрайт [сайт]. — URL: <https://urait.ru/bcode/512707>
4. Якупов, Т. Р. Молекулярная биотехнология : учебник для вузов / Т. Р. Якупов, Т. Х. Фаизов. — 3-е изд., стер. — Санкт-Петербург : Лань, 2021. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-8733-2. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/179623>
5. Артюхова, С. И. : пробиотики, пребиотики, метабиотики : учебное пособие / С. И. Артюхова, О. В. Козлова. — Кемерово : КемГУ, 2019. — 224 с. — ISBN 978-5-8353-2548-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/135187>
6. Киселева, О. В. Биотехнология пищевого белка : учебное пособие / О. В. Киселева, В. В. Тарнопольская, П. В. Миронов. — Красноярск : СибГУ им. академика М. Ф. Решетнёва, 2021. — 92 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/195120>

### 7.2 Дополнительная литература

1. Биотехнология [Текст] : учебник / А. Я. Самуйленко, Ф. И. Василевич, Е. С. Воронин ; ред. А. Я. Самуйленко. - 2-е перераб. изд. - Москва : [б. и.], 2013. - 746 с. : рис., табл. - Библиогр.: с. 726-741 (288 назв.). - 1000 экз.. - ISBN 978-5-89904-017-7 : Б. ц.  
Авт. указаны на обороте тит. л.
2. Кригер, О. В. Основы биотехнологической переработки сырья растительного, животного, микробиологического происхождения и рыбы : учебное пособие / О. В. Кригер. — Кемерово : КемГУ, 2013. — 90 с. — ISBN 978-5-89289-750-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://eJanbook.com/book/45628> (дата обращения: 25.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.
3. Ларионов, А. В. Генетика микроорганизмов: текстографические учебные материалы : учебное пособие / А. В. Ларионов, С. Н. Яковлева. — Кемерово-

во : КемГУ, 2015. — 173 с. — ISBN 978-5-8353-1885-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/121224> (дата обращения: 25.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

4 Механизмы биосинтеза антибиотиков : учебно-методическое пособие / Н. Е. Павловская, И. А. Гнеушева, А. В. Лушников, О. А. Маркина. — Орел : ОрелГАУ, 2019. — 144 с. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118849> (дата обращения: 25.06.2020). — Режим доступа: для авториз. пользователей.

5 Сельскохозяйственная биотехнология и биоинженерия [Текст] : учебник. Рекомендовано в 2008 году Министерством образования и науки Российской Федерации в качестве учебника для студентов высших учебных заведений, обучающихся по сельскохозяйственным, естественно-научным и педагогическим специальностям / ред. В. С. Шевелуха. - 4-е изд., испр. и доп. - Москва : ЛЕНАНД, 2015. - 700 с.: рис., табл. - Библиогр. в конце глав. - ISBN 978-5-9710-0982-5 : Б. ц.

6 Техническая микробиология продуктов животного происхождения [Текст] : учебное пособие для студентов вузов, обучающихся по направлению 260300 - Технология сырья и продуктов животного происхождения по специальностям 260301 - технология мяса и мясных продуктов, 260302 - технология рыбы и рыбных продуктов, 260303 - технология молока и молочных продуктов / В.И. Ганина, Н.С. Королева, С.А. Фильчакова. - Москва : ДеЛи принт, 2008. - 351 с., [6] ил. : ил ; 22 см. - Библиогр.: 341-346. - 1000 экз.. - ISBN 978- 5-94343-171-5

### **7.3 Методические указания, рекомендации и другие материалы к занятиям**

2. При проведении лабораторных работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности при работе в микробиологической лаборатории, указания преподавателей и лаборантов кафедры.

3. Рабочая тетрадь для лабораторных занятий по дисциплине «Практические основы технологии микробиологических производств». М.: Центр оперативной полиграфии РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2023.

4. СП 1.3.2322-08 Безопасность работы с микроорганизмами 3 - 4 групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней

ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология

ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология

Учебный план по направлению 19.03.01 Биотехнология

## **8. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети**

### **«Интернет», необходимых для освоения дисциплины**

1. Электронно-библиотечная система Лань, <http://e.lanbook.com/> Доступ не ограничен.

2. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) Доступ не ограничен

3. Электронная библиотека РГБ <https://search.rsl.ru/ru> Доступ не ограничен.

4. Белорусская цифровая библиотека <https://library.by/> Доступ не ограничен.

Электронно-библиотечная система РГАУ-МСХА имени К. А. Тимирязева

6. База данных «Scopus» (<http://www.scopus.com>).

7. База данных «Web of Science» (<http://webofknowledge.com/>)/://elib.timacad.ru Доступ не ограничен.

## **8.1 Базы данных, информационно-справочные и поисковые системы**

### **Информационные технологии:**

1. Электронные учебники. 2. Технологии мультимедиа. 3. Технологии Интернет (электронная почта, электронные библиотеки, электронные базы данных).

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение данной дисциплины (модуля) может быть осуществлено частично с использованием дистанционных образовательных технологий: слайд-презентаций лекционных занятий, материалы для самостоятельной работы и контрольно-измерительные материалы.

### **Программное обеспечение:**

1. Операционная система MS Windows XP 2. Операционная система MS Windows 7 3. Операционная система MS Windows 8 Prof 4. Операционная система MS Windows 10 Prof 5. Пакет офисных приложений MS Office 2007 6. Пакет офисных приложений MS Office 2013 7. Пакет программ для просмотра, печати электронных публикаций Acrobat Reader 8. Прикладное программное обеспечение для просмотра электронных документов Foxit Reader 9. Свободный файловый архиватор с высокой степенью сжатия данных 7-zip

### **Специализированное программное обеспечение:**

1. Компьютерная справочная правовая система Консультант + (бесплатная онлайн-версия для обучения) 2. Система автоматизированного проектирования и черчения Autocad for Students 3. Система трехмерного моделирования деталей Компас 3D Учебная версия для студентов

### **Программное обеспечение для лиц с ограниченными возможностями**

1. Экранная лупа в операционных системах линейки MS Windows 2. Экранный диктор в операционных системах линейки MS Windows 3. Бесплатная программа экранного доступа NVDA

### **Информационно-справочные и поисковые системы**

1. Яндекс (<http://www.yandex.ru>)
2. Rambler (<http://www.rambler.ru>)
3. АПОРТ (<http://www.aport.ru>)
4. Mail.ru (<https://mail.ru>)
5. Google (<http://www.google.com>)
6. AltaVista (<http://www.altavista.com>)

7. Полнотекстовая база данных ГОСТов (<http://www.vniiki.ru/catalog/gost.aspx>)
8. Электронный банк книг (<http://bankknig.com>)
9. Федеральный портал «Российское образование» (<http://www.edu.ru/>)
10. Либрусек ([http://lib.rus.ec/g/sci\\_religion](http://lib.rus.ec/g/sci_religion))

### **9. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Практические основы технологии микробиологических производств»**

Для лекционного курса необходима компьютерная техника с мультимедийным обеспечением.

Для проведения практических занятий по дисциплине необходима лаборатория, оснащенная газо- и водопроводом, вентиляцией, УФ-лампами для стерилизации помещений, ламинарами и микробиологическими боксами, стерилизационной техникой (автоклавы, стерилизационные шкафы), термостатами, анаэростатами, световыми микроскопами, хроматографами, рН-метрами, шейкерами, водяными банями, тест-системами для идентификации микроорганизмов, лабораторной посудой, посудомоечной машиной, дистиллятором, холодильниками для хранения коллекции микроорганизмов и образцов и необходимыми реактивами для приготовления питательных сред, набором красителей, компьютерная техника с мультимедийным обеспечением. Кроме этого, необходима коллекция культур микроорганизмов и компьютерная техника с мультимедийным обеспечением.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с применением следующего специального оборудования: а) для лиц с нарушением слуха (акустические колонки, мультимедийный проектор); б) для лиц с нарушением зрения (мультимедийный проектор: использование презентаций с укрупненным текстом).

Таблица 7

#### **Сведения об обеспеченности специализированными аудиториями, кабинетами, лабораториями**

<b>Наименование специальных помещений и помещений для самостоятельной работы (9 учебного корпуса, №228, 229, 231 аудитории)</b>	<b>Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы</b>
1	2
Корп. № 9, ауд. 228	1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/16, Инв. № 553890/17, Инв. № 553890/18, Инв. № 553890/19). 2. Микроскоп «Аквелон» 15 шт. (Инв. № 558457/29, Инв. № 558457/30, Инв. № 558457/31, Инв. № 558457/32, Инв. № 558457/33, Инв. № 558457/34, Инв. № 558457/35, Инв. № 558457/36, Инв. № 558457/37, Инв. № 558457/38, Инв. № 558457/39, Инв. № 558457/40, Инв. № 558457/41, Инв. № 558457/42, Инв. № 558457/43). 3. Термостат биологический BD 115 2 шт. (Инв.

	<p>№ 558444/4, Инв. № 558444/5).</p> <p>4. Весы технические электронные SPU 401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/3).</p> <p>5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (558453/1).</p> <p>6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626/2).</p> <p>7. Ламинарный бокс ВЛ-22-600 1 шт. (Инв. № 558459/1).</p> <p>8. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/4).</p> <p>9. Стулья 13 шт.</p> <p>10. Столы 15 шт.</p>
Корп. № 9, ауд. 229	<p>1. Микроскоп ЛОМО 10 шт. (Инв. № 553890/5, Инв. № 553890/6, Инв. № 553890/7, Инв. № 553890/8, Инв. № 553890/9, Инв. № 553890/10, Инв. № 553890/11, Инв. № 553890/12, Инв. № 553890/13, Инв. № 553890/14, Инв. № 553890/15).</p> <p>2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/15, Инв. № 558457/16, Инв. № 558457/17, Инв. № 558457/18, Инв. № 558457/19, Инв. № 558457/20, Инв. № 558457/21, Инв. № 558457/22, Инв. № 558457/23, Инв. № 558457/24, Инв. № 558457/25, Инв. № 558457/26, Инв. № 558457/27, Инв. № 558457/28).</p> <p>3. Термостат биологический ВД 115 3 шт. (Инв. № 558444/1, Инв. № 558444/2, Инв. № 558444/3).</p> <p>4. Весы технические электронные SPU 401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/2).</p> <p>5. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/2).</p> <p>6. Инфракрасная горелка Bacteria safe 1 шт. (Инв. № 558456).</p> <p>7. Прибор вакуумного фильтрования для анализа воды (вакуумная станция) ПВФ 35/3Б 1 шт. (Инв. № 558454).</p> <p>8. Ламинарный бокс ВЛ-22-1200 1 шт. (Инв. № 558451/2).</p> <p>9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/2-3).</p> <p>10. Стулья 13 шт.</p>

Корп. № 9, ауд. 231	<p>1. Микроскоп ЛОМО 4 шт. (Инв. № 553890/1, Инв. № 553890/2, Инв. № 553890/3, Инв. № 553890/4).</p> <p>2. Микроскоп «Аквелон» 14 шт. (Инв. № 558457/1, Инв. № 558457/2, Инв. № 558457/3, Инв. № 558457/4, Инв. № 558457/5, Инв. № 558457/6, Инв. № 558457/7, Инв. № 558457/8, Инв. № 558457/9, Инв. № 558457/10, Инв. № 558457/11, Инв. № Инв. № Инв. № 558457/12, Инв. № 558457/13, Инв. № 558457/14).</p> <p>3. Термостат биологический ВД 115 1 шт. (Инв. № 558444/4).</p> <p>4. Микробиологический пробоотборник воздуха ПУ 1Б 1 шт. (Инв. № 558453/1).</p> <p>5. Весы технические электронные SPU401 ОНАУС 1 шт. (Инв. № 35078/1).</p> <p>6. Вытяжной шкаф 1 шт. (Инв. № 558626).</p> <p>7. Шкаф вандалоустойчивый 1 шт.</p> <p>8. Мультимедийный проектор 1 шт.</p> <p>9. Шкаф для хранения реактивов 1 шт. (Инв. № 558623/1).</p> <p>10. Стулья 13 шт.</p> <p>11. Столы– 17 шт.</p>
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Читальный зал периодических изданий (каб. № 132)	Компьютеры – 1 шт. Столы – 28 шт. Периодические издания в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Компьютерный читальный зал (каб. № 133)	Компьютеры – 17 шт. Столы – 28 шт. Учебная литература в открытом доступе
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Компьютерный читальный зал (каб. № 144)	Компьютеры – 20 шт. Столы – 39 шт. Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Справочно – библиографический отдел (каб. № 138)	Компьютеры – 2 шт. Столы – 13 шт. Справочные и библиографические издания в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Холл 2 этажа (зал традиционных каталогов)	Столы – 8 шт. Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Отдел библиотечного обслуживания по направлению механики и энергетики (27 уч. корпус) Читальный зал (каб. № 202)	Компьютеры – 4 шт. Столы – 12 шт. Справочные и библиографические издания, учебная литература в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Отдел библиотечного обслуживания по направлению природообустройство (28 уч. корпус) Учебный читальный зал (каб. № 223)	Компьютеры – 3 шт. Столы – 15 шт. Справочные и библиографические издания, периодика в открытом доступе Wi-fi
Центральная научная библиотека имени Н.И. Железнова Отдел библиотечного обслуживания по направлению природообустройство (29 уч. корпус) Научный читальный зал (каб. № 123)	Компьютеры – 13 шт. Столы – 45 шт. Справочные и библиографические издания, периодика в открытом доступе Wi-fi

### 9.1 Музейные штаммы микроорганизмов

- |                            |                               |
|----------------------------|-------------------------------|
| 1. Micrococcus agilis      | 2. Proteus spp.               |
| 3. Bacillus subtilis.      | 4. Aspergillus fumigatus.     |
| 5. Candida albicans.       | 6. Bacillus mycoides          |
| 7. Candida krusii          | 8. Pseudomonas fluorescens.   |
| 9. Leptothrix ochracea     | 10. Erwinia herbicola         |
| 11. Streptococcus spp.     | 12. Escherichia coli 3254     |
| 13. Exphiala nigra.        | 14. Escherichia coli M-17     |
| 15. Clostridium spp        | 16. Bacillus spp.             |
| 17. Streptococcus lactis   | 18. Sarcina flava             |
| 19. Azotobacter chroococum | 20. Streptomyces chromogenes  |
| 21. Nocardia rubra         | 22. Saccharomyces cerevisiae  |
| 23. Candida kefir          | 24. Schizosaccharomyces pombe |
| 25. Rhizopus stolonifer    | 26. Clostridium butyricum     |

## 10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованной лаборатории. Для допуска к проведению лабораторного занятия учащиеся должны быть ознакомлены с техникой безопасности и правилами работы в микробиологической лаборатории. На всех занятиях студенты обязаны быть в белых халатах, каждый имеет свое рабочее место, оснащенное всем необходимым для проведения лабораторного занятия. Работа в лаборатории требует внимания и аккуратности. Учащиеся после выполнения работы, заносят полученные результаты в рабочую тетрадь, оформляют их в соответствии с предъявляемыми требованиями, после чего защищают работу у преподавателя.

Сложность усвоения материала дисциплины заключается в большом объеме информации, которую необходимо запоминать (латинские названия, физиологические особенности, распространение в природе, морфологию и т.д.) поэтому усвоение материала дисциплины должно происходить постепенно и непрерывно от занятия к занятию. От изучения свойств и особенностей микроорганизмов к пониманию их роли в биосфере и жизни человека.

### 10.1. Виды и формы отработки пропущенных занятий

Студент, пропустивший занятие, обязан в двухнедельный срок во внеурочное время, в соответствии с расписанием отработок, выполнить пропущенное ПЗ. Для этого необходимо самостоятельно проработать пропущенную тему, отработать ПЗ и защитить работу у дежурного преподавателя. После этого сделать соответствующую запись в журнале по учету отработанных занятий.

При невозможности отработать занятие в рекомендуемые сроки, студент пишет конспект и заполняет в рабочей тетради таблицы, относящиеся к пропущенной теме, затем защищает работу у преподавателя.

## 11. Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине

Для освоения лабораторных занятий по дисциплине необходимо делить

студентов на небольшие группы (10-12 человек) для обеспечения безопасности проводимых работ и повышения качества обучения.

С целью создания условий для обеспечения эффективного использования учебного времени, данные группы на занятиях делятся на бригады по 2-3 человека. Работа бригадами создает условия для одновременного включения в учебный процесс всех студентов без исключения, происходит совместная познавательная деятельность, создаётся среда образовательного общения и реализуется принцип обратной связи.

## **12 Особенности реализации дисциплины для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья**

Профессорско-педагогический состав знакомится с психологофизиологическими особенностями обучающихся инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья, индивидуальными программами реабилитации инвалидов (при наличии). При необходимости осуществляется дополнительная поддержка преподавания психологами, социальными работниками, прошедшими подготовку ассистентами.

В соответствии с методическими рекомендациями Минобрнауки РФ в курсе предполагается использовать социально-активные и рефлексивные методы обучения, технологии социокультурной реабилитации с целью оказания помощи в установлении полноценных межличностных отношений с другими студентами, создании комфортного психологического климата в студенческой группе. Подбор и разработка учебных материалов производятся с учетом предоставления материала в различных формах: аудиальной, визуальной, с использованием специальных технических средств и информационных систем.

Согласно требованиям, установленным Минобрнауки России к порядку реализации образовательной деятельности в отношении инвалидов и лиц с ОВЗ, необходимо иметь в виду, что:

1. инвалиды и лица с ОВЗ по зрению имеют право присутствовать на занятиях вместе с ассистентом, оказывающим обучающемуся необходимую помощь;
2. инвалиды и лица с ОВЗ по слуху имеют право на использование звукоусиливающей аппаратуры.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обеспечивается соблюдение следующих общих требований:

- проведение аттестации для инвалидов в одной аудитории совместно с обучающимися, не являющимися инвалидами, если это не создает трудностей для инвалидов и иных обучающихся при промежуточной аттестации;
- присутствие в аудитории ассистента (ассистентов), оказывающего обучающимся инвалидам необходимую техническую помощь с учетом их индивидуальных особенностей (занять рабочее место, передвигаться, прочитать и оформить задание, общаться с экзаменатором);
- пользование необходимыми обучающимся инвалидам техническими средствами при прохождении промежуточной аттестации с учетом их индивидуальных особенностей;



- обеспечение возможности беспрепятственного доступа обучающихся инвалидов в аудитории, туалетные и другие помещения, а также их пребывания в указанных помещениях.

По письменному заявлению обучающегося инвалида продолжительность прохождения испытания промежуточной аттестации (зачета.) обучающимся инвалидом может быть увеличена по отношению к установленной продолжительности его сдачи:

- продолжительность сдачи испытания, проводимого в письменной форме, - не более чем на 90 минут;
- продолжительность подготовки обучающегося к ответу, проводимом в устной форме, - не более чем на 20 минут;

В зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся с ОВЗ Университет обеспечивает выполнение следующих требований при проведении аттестации:

а. для слепых:

- задания и иные материалы для прохождения промежуточной аттестации оформляются в виде электронного документа, доступного с помощью компьютера со специализированным программным обеспечением для слепых, либо зачитываются ассистентом;

- письменные задания выполняются обучающимися на бумаге рельефно-точечным шрифтом Брайля или на компьютере со специализированным программным обеспечением для слепых, либо надиктовываются ассистенту;

- при необходимости обучающимся предоставляется комплект письменных принадлежностей и бумага для письма рельефно-точечным шрифтом Брайля, компьютер со специализированным программным обеспечением для слепых;

б. для слабовидящих:

- задания и иные материалы для сдачи зачета оформляются увеличенным шрифтом;

- обеспечивается индивидуальное равномерное освещение не менее 300 люкс;

- при необходимости обучающимся предоставляется увеличивающее устройство, допускается использование увеличивающих устройств, имеющихся у обучающихся;

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

обеспечивается наличие звукоусиливающей аппаратуры коллективного пользования, при необходимости обучающимся предоставляется звукоусиливающая аппаратура индивидуального пользования;

по их желанию испытания проводятся в письменной форме;

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

- письменные задания выполняются обучающимися на компьютере со специализированным программным обеспечением или надиктовываются ассистенту;

- по их желанию испытания проводятся в устной форме.

О необходимости обеспечения специальных условий для проведения аттестации обучающийся должен сообщить письменно не позднее, чем за 10 дней до начала аттестации. К заявлению прилагаются документы, подтверждающие наличие у обучающегося индивидуальных особенностей (при отсутствии указанных документов в организации). При необходимости для обучающихся с инвалидностью процедура оценивания результатов обучения может проводиться в несколько этапов.

Разработчики

**Программу разработали**

ст. преп. Д.В. Снегирев  
«29» мая» мая 2023 г.

\_\_\_\_\_

к.б.н., доцент О. В. Селицкая  
«29» мая 2023 г.

\_\_\_\_\_

## Рецензия

на рабочую программу дисциплины Б1.В.10 «Практические основы технологии микробиологических производств» ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология – направленность: , Биотехнология и молекулярная биология (квалификация выпускника – бакалавр)

Мосиной Людмилой Владимировной профессором кафедры экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К. А. Тимирязева (РГАУ–МСХА им. К. А. Тимирязева), доктор биологических наук (далее по тексту рецензент), проведена рецензия рабочей программы дисциплины «Практические основы технологии микробиологических производств» ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология – направленность: , Биотехнология и молекулярная биология разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре микробиологии и иммунологии (работчики Снегирев Д.В. старший преподаватель кафедры микробиологии и иммунологии, к.б.н. и доцент кафедры микробиологии и иммунологии Селицкая О.В.).

Рассмотрев представленные на рецензию материалы, рецензент пришел к следующим выводам:

1. Предъявленная рабочая программа дисциплины «Практические основы технологии микробиологических производств» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС по направлению 19.03.01 Биотехнология. Программа содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам.

2. Представленная в Программе *актуальность* учебной дисциплины в рамках реализации ОПОП ВО не подлежит сомнению – дисциплина включена в вариативную часть учебного плана перечня дисциплин - Б1.В.10 по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология.

3. Представленные в Программе *цели* дисциплины соответствуют требованиям ФГОС направления 19.03.01 Биотехнология.

4. В соответствии с Программой за дисциплиной «Практические основы технологии микробиологических производств» закреплены профессиональные *компетенции* ((ПКос-1.1; ПКос-1.2; ПКос-1.3; ПКос-1.4; Пкос-2.1; Пкос-2.3; Пкос-2.4). Дисциплина «Практические основы технологии микробиологических производств» и представленная Программа способна реализовать их в объявленных требованиях.

5. *Результаты обучения*, представленные в Программе в категориях *знать*, *уметь*, *владеть* соответствуют специфике и содержанию дисциплины и демонстрируют возможность получения заявленных результатов.

6. Общая трудоёмкость дисциплины «Практические основы технологии микробиологических производств» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

7. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Практические основы технологии микробиологических производств» взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП ВО и Учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология, и возможность дублирования в содержании отсутствует. Поскольку дисциплина не предусматривает наличие специальных требований к входным знаниям, умениям и компетенциям студента, хотя может являться предшествующей для специальных, в том числе профессиональных дисциплин, использующих знания в области микробиологии в профессиональной деятельности бакалавра по данному направлению подготовки.

8. Представленная Программа предполагает использование современных образовательных технологий, используемые при реализации различных видов учебной работы. Формы образовательных технологий соответствуют специфике дисциплины.

9. Программа дисциплины «Практические основы технологии микробиологических производств» предполагает занятия в интерактивной форме.

10. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО направления 19.03.01 Биотехнология.

11. Представленные и описанные в Программе формы текущей оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления и участие в дискуссиях, участие в тестировании, устных опросах и аудиторных заданиях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

12. Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена в 3 семестре, что соответствует статусу дисциплины, как дисциплины вариативной части учебного цикла – **Б1.В.10** ФГОС направления 19.03.01 Биотехнология.

13. Формы оценки знаний, представленные в Программе, соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

14. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 6 источника, дополнительной литературой – 6 наименования, и соответствует требованиям ФГОС направления 19.03.01 Биотехнология.

15. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Практические основы технологии микробиологических производств» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

16. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Практические основы технологии микробиологических производств».

## **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Практические основы технологии микробиологических производств» ОПОП ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология, направленность - Генетическая и агроэкологическая оценка почв, Питание растений и качество урожая, Агрохимическое обеспечение агротехнологий. (квалификация выпускника – бакалавр), разработанная ст. преп. кафедры микробиологии и иммунологии, Снегиревым Д. В, и доцентом кафедры микробиологии и иммунологии Селицкой О.В.), соответствует требованиям ФГОС ВО, современным требованиям экономики, рынка труда и позволит при её реализации успешно обеспечить формирование заявленных компетенций.

Рецензент: Мосина Людмила Владимировна д.б.н., профессор кафедры экологии Российского государственного аграрного университета — МСХА им. К. А. Тимирязева (РГАУ–МСХА им К. А. Тимирязева «09» июня 2023 г.

