



Разработчик

ст. преп. Д.В. Снегирев  
«23» августа 2021 г.

\_\_\_\_\_

к.б.н., доцент О. В. Селицкая  
«23» августа 2021 г.

\_\_\_\_\_

Рецензент

д.б.н. профессор Л.В. Мосина  
«23» августа 2021 г.

\_\_\_\_\_

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ПООП ВО по направлению подготовки 19.03.01 Биотехнология, и учебного плана

Программа обсуждена на заседании кафедры микробиологии и иммунологии, протокол № 7 от 25 августа 2021 г.

И.о зав. кафедрой  
Микробиологии и иммунологии

к.б.н., доцент О. В. Селицкая  
«25» августа 2021 г.

\_\_\_\_\_

**Согласовано:**

Председатель учебно-методической комиссии  
института Агробиотехнологии

к.б.н., М.И. Попченко  
«26» августа 2021 г.

\_\_\_\_\_

Заведующий  
выпускающей кафедрой  
биотехнологии

д.б.н., профессор Е.А. Калашникова  
«23» августа 2021 г.

\_\_\_\_\_

И.о зав.отделом комплектования ЦНБ

Ефимова Е.В.  
«23» августа 2021 г.

\_\_\_\_\_

## Содержание

<b>1 ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>6</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>7</b>
<b>4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>7</b>
4.1 РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТРУДОЁМКОСТИ ДИСЦИПЛИНЫ ПО ВИДАМ РАБОТ .....	7
<b>4.3 СОДЕРЖАНИЕ ПРАКТИЧЕСКИХ ЗАНЯТИЙ И КОНТРОЛЬНЫХ МЕРОПРИЯТИЙ .....</b>	<b>15</b>
4.4 ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ ДЛЯ САМОСТОЯТЕЛЬНОГО ИЗУЧЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....	18
5. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ.....	20
<b>ТЕКУЩИЙ КОНТРОЛЬ УСПЕВАЕМОСТИ И ПРОМЕЖУТОЧНАЯ АТТЕСТАЦИЯ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ .....</b>	<b>21</b>
6.1. ТИПОВЫЕ КОНТРОЛЬНЫЕ ЗАДАНИЯ ИЛИ ИНЫЕ МАТЕРИАЛЫ, НЕОБХОДИМЫЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ЗНАНИЙ, УМЕНИЙ И НАВЫКОВ И (ИЛИ) ОПЫТА ДЕЯТЕЛЬНОСТИ .....	21
6.2 ПРИМЕРНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ ПО ДИСЦИПЛИНЕ .....	25
<b>6.3 ОПИСАНИЕ ПОКАЗАТЕЛЕЙ И КРИТЕРИЕВ КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ОПИСАНИЕ ШКАЛ ОЦЕНИВАНИЯ.....</b>	<b>26</b>
6.3.1 ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ.....	26
<b>7. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>27</b>
7.1 ОСНОВНАЯ ЛИТЕРАТУРА.....	27
7.2 ДОПОЛНИТЕЛЬНАЯ ЛИТЕРАТУРА .....	28
7.3 МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ, РЕКОМЕНДАЦИИ И ДРУГИЕ МАТЕРИАЛЫ К ЗАНЯТИЯМ .....	28
<b>8 ПЕРЕЧЕНЬ РЕСУРСОВ ИНФОРМАЦИОННО-ТЕЛЕКОММУНИКАЦИОННОЙ СЕТИ «ИНТЕРНЕТ», НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ «ОСНОВЫ МИКРОБНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ».....</b>	<b>28</b>
8.1 БАЗЫ ДАННЫХ, ИНФОРМАЦИОННО-СПРАВОЧНЫЕ И ПОИСКОВЫЕ СИСТЕМЫ.....	29
<b>9 ОПИСАНИЕ МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗЫ, НЕОБХОДИМОЙ ДЛЯ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА ПО ДИСЦИПЛИНЕ «ОСНОВЫ МИКРОБНОЙ БИОТЕХНОЛОГИИ».....</b>	<b>29</b>
9.1 МУЗЕЙНЫЕ ШТАММЫ МИКРООРГАНИЗМОВ .....	31
<b>10. МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ СТУДЕНТАМ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ.....</b>	<b>31</b>
10.1. Виды и формы отработки пропущенных занятий .....	32
<b>11 МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПРЕПОДАВАТЕЛЯМ ПО ОРГАНИЗАЦИИ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ.....</b>	<b>32</b>

## **Аннотация**

рабочей программы дисциплины Б1.В.11 «Основы микробной биотехнологии» для подготовки бакалавра по направлению 19.03.01 Биотехнология, направленность Биотехнология

### **Цель освоения дисциплины:**

Целью изучения дисциплины является формирование у студента комплекса профессиональных и общепрофессиональных компетенций (ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК – 2) обеспечивающих формирование современных представлений об уровне научных достижений в области биоинженерии и биотехнологии, клеточной и генетической инженерии, энзимологии; знакомство с современными промышленными биотехнологическими процессами.

Дисциплина «Основы микробной биотехнологии» призвана дать знания о метаболизме: анаэробном и аэробном окислении; процессах биосинтеза и биотрансформации; принципах биоэнергетики; путях и механизмах преобразования энергии в живых системах; биосинтезе и организации биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот; вторичных метаболитах микроорганизмов. О строении и составе генома прокариот и эукариот; рекомбинации генов; молекулярном инструментарии генной инженерии; изменчивости микроорганизмов; основах селекции микроорганизмов.

Преподавание дисциплины «Основы микробной биотехнологии» позволяет на конкретных примерах продемонстрировать студентам значимость интеграции биологических дисциплин, эффективность и перспективность данного подхода. В ходе изучения биотехнологии студентам постоянно приходится возвращаться к пройденному ранее материалу. Накопленные студентами знания рассматриваются под новым углом зрения, что позволяет, с одной стороны, закреплять пройденное, а с другой – способствует формированию научного творчества, так как свидетельствует о том, что в науке нет неизменных догм и застывших форм. Живая природа изменчива и неповторима, и для того, чтобы ее познать, необходимо динамическое развитие воззрений, методов и подходов исследователя.

**Место дисциплины в учебном плане:** Дисциплина «Основы микробной биотехнологии» включена в обязательный перечень ФГОС ВО, в цикл дисциплин вариативной части. Реализация в дисциплине «Основы микробной биотехнологии» требований ФГОС ВО и учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология

**Требования к результатам освоения дисциплины:** Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся профессиональных (ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15), и общепрофессиональных (ОПК – 2) компетенций

### **Краткое содержание дисциплины:**

Предлагаемая программа составлена с учетом профессиональной ориентации студентов. Дисциплина «Основы микробной биотехнологии» читается студентам старших курсов института Агробиотехнологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева. Это оправданно, так как студенты уже имеют необходимую для освоения нового материала теоретическую базу. Студенты при изучении

дисциплины «Основы микробной биотехнологии» должны иметь представления об основных генетических закономерностях и о природе единиц наследственности – генов; молекулярном и клеточном строении живых организмов; разнообразии и эволюции живого и т.д. При прохождении дисциплины «Основы микробной биотехнологии» студенты должны знать об основах биотехнологии, научиться определять такие понятия как биотехнологический процесс, биотехнологический объект, биотехнологическая система. Уметь анализировать биотехнологические модели. Познакомиться с теоретическими основами и практическими достижениями современных биотехнологий, в том числе, клеточного и молекулярного уровня. Учебная дисциплина рассчитана на один семестр, включает лекции, читаемые в режиме лекций-презентаций с использованием мультимедиа и практических занятий. «Основы микробной биотехнологии» является дисциплиной, достаточно трудной для изучения, поскольку ее стремительное развитие требует постоянной работы с современной литературой не только по этому предмету, но и по другим разделам биологических наук (цитология, гистология, микробиология, экология, эволюционное учение, биотехнология и др.). Поэтому в учебный план включена самостоятельная работа, основанная на дополнительной внеаудиторной проработке отдельных разделов курса, вызывающих наибольшие затруднения у студентов.

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

**Промежуточный контроль:** зачет в 8 семестре

## **1 Цели освоения дисциплины**

Целью изучения дисциплины является формирование у студента комплекса профессиональных и общепрофессиональных компетенций (ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК – 2) обеспечивающих формирование современных представлений об уровне научных достижений в области биоинженерии и биотехнологии, клеточной и генетической инженерии, энзимологии; знакомство с современными промышленными биотехнологическими процессами.

Дисциплина «Основы микробной биотехнологии» призвана дать знания о метаболизме: анаэробном и аэробном окислении; процессах биосинтеза и биотрансформации; принципах биоэнергетики; путях и механизмах преобразования энергии в живых системах; биосинтезе и организации биосинтетических процессов в клетках эукариот и прокариот; вторичных метаболитах микроорганизмов. О строении и составе генома прокариот и эукариот; рекомбинации генов; молекулярном инструментарии генной инженерии; изменчивости микроорганизмов; основах селекции микроорганизмов.

Преподавание дисциплины «Основы микробной биотехнологии» позволяет на конкретных примерах продемонстрировать студентам значимость интеграции биологических дисциплин, эффективность и перспективность данного подхода. В ходе изучения биотехнологии студентам постоянно приходится возвращаться к пройденному ранее материалу. Накопленные студентами знания рассматриваются под новым углом зрения, что позволяет, с одной стороны, закреплять пройденное, а с другой – способствует формированию научного творчества, так как свидетельствует о том, что в науке нет неизменных догм и застывших форм. Живая природа изменчива и неповторима, и для того, чтобы ее познать, необходимо динамическое развитие воззрений, методов и подходов исследователя.

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

Дисциплина «Основы микробной биотехнологии» включена в обязательный перечень ФГОС ВО, в цикл дисциплин вариативной части. Реализация в дисциплине 19.03.01 Биотехнология

Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется дисциплина «Основы микробной биотехнологии» являются: «Общая биология и микробиология», «Микробиология», «Генетика», «Цитология», «Физиология микроорганизмов» Дисциплина «Основы микробной биотехнологии» является основополагающей для изучения следующих дисциплин: «Основы экобиотехнологии», «Основы вирусологии», «Биотехнология в пищевой промышленности», «Биотехнология пищевого сырья и продуктов растительного и животного происхождения».

Особенностью дисциплины является то, что в учебном курсе помимо лекций и предусмотрены практические занятия, которые позволяют на конкретных примерах продемонстрировать студентам значимость интеграции биологических дисциплин, эффективность и перспективность данного подхода. В ходе изучения дисциплины «Основы микробной биотехнологии» студентам постоянно приходится возвращаться к пройденному ранее материалу. Накопленные студентами знания рассматриваются под новым углом зрения, что позволя-

ет, с одной стороны, закреплять пройденное, а с другой – способствует формированию научного творчества, так как свидетельствует о том, что в науке нет неизменных догм и застывших форм. Почти все занятия проводятся в интерактивной форме (работа в малых группах, групповое обсуждение).

Рабочая программа дисциплины «Основы микробной биотехнологии» 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 профессиональных (ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15), и общепрофессиональных (ОПК – 2) компетенций, представленных в таблице 1.

## **4. Структура и содержание дисциплины**

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

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

Таблица 1

## Требования к результатам освоения учебной дисциплины

№ п/п	Индекс компетенции	Содержание компетенции (или её части)	В результате изучения учебной дисциплины обучающиеся должны:		
			знать	уметь	владеть
1	ОПК - 2	способностью и готовностью использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности, применять методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования	научные принципы обеспечения сверхпродукции ценных метаболитов	обобщать современные теоретические знания и применять полученные знания в профессиональной деятельности	начальными навыками практических исследований в области биотехнологии
2	ПК - 1	способностью осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	биотехнологию крупномасштабных производств (аминокислот, витаминов, органических кислот, антибиотиков, гормон	выбрать рациональную схему биотехнологического производства заданного продукта,	методами очистки, фракционирования и выделения метаболитов и макромолекул из биообъектов.
3	ПК - 2	способностью к реализации и управлению биотехнологическими процессами	применение биотехнологических процессов для решения энергетических, сырьевых, медицинских, сельскохозяйственных и экологических	составить принципиальную схему биотехнологического производства новых продуктов	биомониторинга и биоиндикации окружающей среды



			проблем		
4	ПК - 15	способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	основные достижения, современные проблемы, объекты и методы промышленной биотехнологии	обобщать современные теоретические знания и применять полученные знания	начальными навыками практических исследований в области биотехнологии.

Таблица 2

## Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ по семестрам

Вид учебной работы	Трудоёмкость	
	час.	в т.ч. по семестрам
		8
<b>Общая трудоёмкость</b> дисциплины по учебному плану	<b>108</b>	<b>108</b>
<b>1. Контактная работа:</b>	<b>40,25</b>	<b>40,25</b>
<b>Аудиторная работа</b>	<b>40,25</b>	<b>40,25</b>
<i>в том числе:</i>		
лекции (Л)	20	20
практические занятия (ПЗ)	20	20
контактная работа на промежуточном контроле (КРА)	0,25	0,25
<b>2. Самостоятельная работа (СРС)</b>	<b>67,75</b>	<b>67,75</b>
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.)	58,75	58,75
Подготовка к зачету (контроль)	9	9
<b>Вид промежуточного контроля:</b>	<b>Зачет</b>	

Таблица 3

## Тематический план учебной дисциплины

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Введение. Тема 1. Введение в биотехнологию. Основные понятия биотехнологии</b>		2	2		
<b>Раздел 1 «Молекулярно-генетические основы селекции практически важных для сельского хозяйства и биотехнологии микроорганизмов».</b>		4	4		
<b>Тема № 2. Основы селекции микроорганизмов.</b>		2	2		
<b>Тема № 3. Генетическая модификация микроорганизмов</b>		2	2		
<b>Раздел 2. «Микробная биотехнология возобновляемого сырья (биоконверсия)».</b>		10	10		
<b>Тема 4. Основы промышленной биотехнологии</b>		2	2		

Наименование разделов и тем дисциплин (укрупнёно)	Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа СР
		Л	ПЗ	ПКР	
<b>Тема № 5.</b> Белковая инженерия		2	2		
<b>Тема № 6.</b> Экологическая биотехнология		2	2		
<b>Тема 7.</b> Микробиологическая биотехнология и культивирование клеток животных и растений.		2	2		
<b>Тема 8.</b> Биоконверсия растительного сырья и отходов с\х производства.		2	2		
<b>Раздел 3 «Экобиотехнологические альтернативы в сельском хозяйстве».</b>		4	4		
<b>Тема 9</b> Сельскохозяйственная биотехнология		2	2		
<b>Тема 10</b> Биотехнологические методы очистки и деградации токсикантов		2	2		
<i>Контактная работа на промежуточном контроле (КРА)</i>	0,25			0,25	
<i>Подготовка к зачету (контроль)</i>	9				9
<b>Всего за 8 семестр</b>	<b>108</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>0,25</b>	<b>67,75</b>
<b>Итого по дисциплине</b>	<b>108</b>	<b>20</b>	<b>20</b>	<b>0,25</b>	<b>67,75</b>

### **Введение Тема №1 Введение в биотехнологию. Основные понятия биотехнологии**

Биотехнология – научно-техническое направление, изучающее возможности использования живых систем – биообъектов, для решения широкого круга задач как фундаментального, так и прикладного характера. Методы биотехнологии – культивирование, селекция, мутагенез, рекомбиногенез и пр. История биотехнологии. Ее истоки. Древние биотехнологии. Этапы исторического становления науки (эмпирический, этиологический, биотехнический и генетехнический периоды). Работы А.Левенгука, Р.Лука, Э.Дженнера, Л.Пастера, Ф.Мишера, Ф.Бюхнера, И.Менделя, А.Флеминга, Р.Коха, Д.И.Ивановского, Х.Флори, Б. Чейна, В.Зельмана, Д.Уотсона, Ф. Крика, С.Тонегавы и др. Специальные биотехнологии – техническая микробиология, экологическая биотехнология, молекулярная биотехнология, инженерия белка и клеток, энергетическая и иммунологическая биотехнологии. Место биотехнологии среди биологических наук. Значение биотехнологии в разработке комплекса подходов для решения проблем охраны окружающей среды. Практическое значение биотехнологии для сельского хозяйства, промышленности, медицины. Мироззренче-

ское значение биотехнологии и ее место в курсе общей биологии в средней школе. Основные понятия биотехнологии – биотехнологическая система, биотехнологический процесс, биотехнологический объект, биотехнологические продукты. Разнообразие и классификации биотехнологических систем и процессов. Классификация биотехнологических продуктов. Этапы отделения и очистки биотехнологических продуктов. Методы разделения, дезинтеграции, концентрирования, стабилизации и модификации биотехнологических продуктов. Способы сохранения ценных свойств, при хранении и транспортировке. Биотехнологические объекты – это живые организмы, их части или производные живых систем, применяемые в биотехнологиях для получения ценных биотехнологических продуктов. Биотехнология для решения своих специфических задач использует практически весь арсенал живых структур возникших на Земле в процессе эволюции органического мира. Классификации и краткая характеристика биообъектов. Биообъекты на молекулярном, клеточном, тканевом, органном, организменном и популяционном уровнях организации. Вирусы, нуклеиновые кислоты, белки, клетки растений, насекомых, животных микроорганизмы, ассоциации и пр. Примеры биообъектов. Научное и практическое значение биотехнологических объектов.

**Раздел 1. «Молекулярно-генетические основы селекции практически важных для сельского хозяйства и биотехнологии микроорганизмов».**

**Тема № 2. Основы селекции микроорганизмов.**

Биообъекты – центральное, активное начало любой биотехнологической системы. Отбор, подготовка и использование биообъектов в биотехнологиях всех профилей и направленностей проходит в рамках биотехнологического процесса. Классические подходы в селекции микроорганизмов, растений и животных. Селекция микроорганизмов – промышленных продуцентов. Отбор объектов из мест возможного обитания. Получение чистых культур. Выбор объектов для селекции. Подготовка биообъектов к селекции. Чистка культуры. Ступенчатое клонирование. Выбор метода б селекции. Мутагенез. Факторы индуцированного мутагенеза. Действие мутагенных факторов на ДНК. Отбор и стабилизация мутантных организмов. Интродукция микроорганизмов, выделенных из природных субстратов. Естественная и искусственная селекция. Мутагенез. Физические и химические факторы мутагенеза. Методы получения промышленных штаммов микроорганизмов. Получение полезных форм микроорганизмов путём рекомбиногенеза – конъюгации, трансдукции, трансформации. Генная инженерия.

**Тема № 3. Генетическая модификация микроорганизмов**

«Технология рекомбинантных ДНК или молекулярное клонирование» – это методология, разработанная на основе достижений молекулярной биологии, энзимологии нуклеиновых кислот и молекулярной генетики. Это инженерия создания новых генетических систем, путем конструирования и внесения новой генетической программы в уже существующие живые системы. Генная, геномная, хромосомная инженерии. Предмет, цели, задачи и перспективы генетической инженерии. Техника генетической инженерии. Ферменты, используемые в генно-инженерных манипуляциях. Вектора. Вектора прокариот. Плазмиды, бактериофаги, Космиды, фазмиды. Рекомбинантные ДНК. Методы получения

гена. Введение гена в вектор. Коннекторный метод. Рестриктазно-лигазный метод. Введения рекомбинантной ДНК в клетку-реципиент. Трансдукция. Конъюгация. Трансфекция. Отбор модифицированных микроорганизмов. Генетические маркеры. Области практического использования достижения генетической инженерии.

## **Раздел 2. «Микробная биотехнология возобновляемого сырья (био-конверсия)».**

### **Тема 4. Основы промышленной биотехнологии**

Аппаратура и питательные среды в биотехнологии. Глубинные и поверхностные биореакторы. Рецептуры питательных сред. Режимы культивирования биообъектов. Общие режимы. Хемостатный и турбидостатный режимы. Специальные режимы культивирования. Глубинное, поверхностное, твердофазное культивирование. Этапы роста культур. Лаг-фаза. Экспоненциальная фаза. Фаза замедленного роста. Стационарная фаза. Фаза отмирания. Особенности культивирования клеток растений, животных, насекомых и микроорганизмов.

### **Тема № 5. Белковая инженерия**

Получением белков и ферментов с новыми свойствами занимается одно из наиболее активно развивающихся направлений современной молекулярной биологии – белковая инженерия. Направления исследований в белковой инженерии Рациональный дизайн – создание новых белков, посредством пространственного конструирования. Перспективы рационального дизайна. Направленная эволюция белковых молекул – экспериментальное направление, нацеленное на создание новых белков, посредством последовательной селекции (мутагенез). Рациональный редизайн. Инженерия белковых поверхностей. Отбор модифицированных белков. Фаговый дисплей. Клеточный дисплей. Ферменты в биотехнологии. Основные классы ферментов и типы катализируемых реакций. Источники ферментов. Современные подходы в использовании ферментов. Иммобилизация ферментов – это ограничение подвижности молекул и их конформационных перестроек. История вопроса. Работы Дж. Нельсона, Е. Гриффина, Дж. Пфанмюллера, Г. Шлейха Дж. Самнера, Дж. Нортропа, Дж. Хоурда, Н. Грубхофера и Д. Шлейта. Носители для иммобилизации. Органические носители. Неорганические носители. Методы иммобилизации. Физические методы. Химические методы. Преимущества иммобилизованных ферментов. Ферменты в биотехнологическом производстве. Биосенсоры. Работы Л. Кларка. Назначение. Типы биосенсоров. Биотехнология получения продуктов питания, кормов, лекарств, источников энергии (биоэтанол). Микробная протеинизация кормов. Роль генетических методов получения биодобавок (БОО). Утилизация целлюлозы. Выделение прокариотических и эукариотических целлюлазных генов. Использование целлюлазных генов в сельском хозяйстве и промышленности.

### **Тема № 6. Экологическая биотехнология**

Экологическая биотехнология – направление биотехнологии, разрабатывающее системы мониторинга за состоянием окружающей среды, экологически безопасные технологии, а также биосистемы для решения проблем загрязнения окружающей среды. Методы экологической биотехнологии. Методы очистки сточных вод. Аэробные системы очистки. Аэротенки. Анаэробные системы

очистки. Метантенки. Фазы метанового брожения. Анаэробные и аэробные микроорганизмы. Ассоциации. Биоремедиация. Биофиторемедиация. Микроорганизмы нефтередуценты. Бактериальные и вирусные инсектициды. Растения устойчивые к вредителям. Основные стратегии. Гены устойчивости растений к насекомым вредителям. Растения устойчивые к фитопатогенам.

**Тема 7.** Микробиологическая биотехнология и культивирование клеток животных и растений.

Микроорганизмы как объект биотехнологического производства. Биотехнология микробного биосинтеза. Культивирование микроорганизмов, селекция. Способы культивирования микроорганизмов: глубинный и поверхностный методы. Ферменты: назначение, устройство, принцип работы. Основные субстраты для микробной биотехнологии. Получение микробной биомассы. Производство биологически активных веществ, протеиновых микробиологических концентратов, аминокислот, витаминов, антибиотиков, ферментных препаратов. Пробиотики как альтернатива антибиотикам. Иммуобилизованные ферменты. Основные методы иммобилизации. Химические конструкции при иммобилизации ферментов. Носители и их характеристика. Микробиологическая трансформация органических соединений. Трансформация стероидов, углеводов

**Тема 8.** Биоконверсия растительного сырья и отходов с\х производства.

Биотрансформация вторичных ресурсов перерабатывающих производств, отходов растениеводства и животноводства. Растительное сырье и отходы его промышленной переработки. Отходы животноводства. Другие виды сырья. Предварительная обработка сырья. Способы гидролиза растительного сырья. Биотрансформация вторичных сырьевых ресурсов консервного, винодельческого, сахарного, зерноперерабатывающего, спиртового и других видов перерабатывающих производств. Культивирование микроорганизмов на зернокартофельной и мелассной барде. Биотрансформация негидролизированных растительных отходов. Биотрансформация отходов животноводческих комплексов

**Раздел 3 «Экобиотехнологические альтернативы в сельском хозяйстве».**

**Тема 9** Сельскохозяйственная биотехнология

Энтомопатогенные препараты. Биопестициды, биогербициды, биологические удобрения (нитрагин, азотобактерин, фосфобактерин). Микробные инсектициды. Токсины, синтезируемые микроорганизмами: бактериями, грибами. Бакуловирусы. Технология производства вирусных препаратов и их применение. Усиление биоконтроля с помощью генной инженерии. Биотехнология получения микробных средств, используемых против болезней растений: антибиотики, микробы-антагонисты, сидерофоры, гиперпаразиты, ферменты и др. Повышение эффективности продуцентов антибиотиков методами мутагенеза и генной инженерии. Микробная деградация синтетических химических веществ – ксенобиотиков.

**Тема 10** Биотехнологические методы очистки и деградации токсикантов

Характеристика отходов и побочных продуктов промышленности и сельского хозяйства. Переработка отходов биологическими методами. Использование микроорганизмов в качестве контроля загрязнений. Экологические системы

и экологические ниши. Микрофлора водоемов, воздуха, почвы. Роль микроорганизмов в охране окружающей среды от загрязнений. Биологические методы очистки стоков. Общие показатели загрязненности сточных вод. Перманганатная и дихроматная окисляемость (ХПК). Биохимическое потребление кислорода (БПК). Аэробные процессы очистки сточных вод биотехнологических и промышленных предприятий. Основные параметры, влияющие на биологическую очистку. Биофильтры, аэротенки, окситенки. Одноступенчатая схема очистки сточной воды. Анаэробные процессы очистки стоков. Септиктенки, анаэробные биофильтры. Биоочистка газо-воздушных выбросов. Биофильтры, биоскрубберы и биореакторы с омываемым слоем.

### 4.3 Содержание практических занятий и контрольных мероприятий

Таблица 4

№ п/п	№ темы	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
1.	Тема 1. Введение в биотехнологию. Основные понятия биотехнологии	Лекция 1. Введение в биотехнологию. Основные понятия биотехнологии	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК - 2		2
		Практическая работа № 1. Изучение культуральных и физиологических признаков аэробных, анаэробных и факультативно-анаэробных микроорганизмов продуцентов	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК -	Контроль выполнения и защита ПР.	2
2	<b>Раздел 1. «Молекулярно-генетические основы селекции практически важных для сельского хозяйства и биотехнологии микроорганизмов».</b>				
	Тема № 2. Основы селекции микроорганизмов.	Лекция 2. Основы селекции микроорганизмов.	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК		2
		Практическая работа № 2. Изучение влияния различных факторов на кинетику роста дрожжей <i>Saccharomyces</i>	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Контроль выполнения и защита ПР.	2

№ п/п	№ темы	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		cerevisiae			
		Практическая работа № 3. Обработка результатов эксперимента по изучение влияния различных факторов на кинетику роста дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Контроль выполнения и защита ПР.	2
	<b>Тема № 3.</b> Генетическая модификация микроорганизмов	Лекция № 3. Генетическая модификация микроорганизмов	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК		2
		Практическая работа № 3. Семинар Коллоквиум «История развития, современные достижения биотехнологии»	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Коллоквиум	1,84
		Контрольная тестовая работа «Основы биотехнологии»		Тестирование	0,16
<b>Раздел 2. «Микробная биотехнология возобновляемого сырья (биоконверсия)».</b>					
	<b>Тема 4.</b> Основы промышленной биотехнологии	<b>Лекция 4. Основы промышленной биотехнологии</b>	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК		2
		Практическая работа № 4 Изучение действия пестицидов на численность микроорганизмов в почве	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Контроль выполнения и защита ПР	2
	<b>Тема № 5.</b> Белковая инженерия	<b>Лекция № 5. Белковая инженерия</b>	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК		2



№ п/п	№ темы	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
		Практическая работа № 5 Определение чувствительности микроорганизмов к пестицидам	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Контроль выполнения и защита ПР	,84
	<b>Тема 6.</b> Экологическая биотехнология	<b>Лекция 6.</b> Экологическая биотехнология	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК		2
		Практическая работа № 6. Определение способности использования микроорганизмами углерода из пестицидов	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Контроль выполнения и защита ПР	2
	<b>Тема 7.</b> Микробиологическая биотехнология и культивирование клеток животных и растений.	Практическое занятие № 7. Изучение деструктивного влияния микроорганизмов на пестициды	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Контроль выполнения и защита ПР, коллоквиум	2
	<b>Тема 8.</b> Биоконверсия растительного сырья и отходов с\х производства.	<b>Лекция 8.</b> Биоконверсия растительного сырья и отходов с\х производства.	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК		2
		Практическое занятие № 8. Семинар «Микробные процессы деградации органических поллютантов»	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Коллоквиум, тестирование	2
	<b>Раздел 3 «Экобиотехнологические альтернативы в сельском хозяйстве».</b>				
4	<b>Тема 9</b> Сельскохозяйственная	<b>Лекция 9</b> Сельскохозяйственная биотехнология	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК		2

№ п/п	№ темы	№ и название лекций, практических занятий	Формируемые компетенции	Вид контрольного мероприятия	Кол-во часов
	биотехнология	Практическое занятие № 9. Микробиологический посев земледобрильных биопрепаратов	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Контроль выполнения и защита ПР	2
	<b>Тема 10</b> Биотехнологические методы очистки и деградации токсикантов	<b>Лекция 10</b> Биотехнологические методы очистки и деградации токсикантов	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК		2
		Практическое занятие № 10. Результаты посева земледобрильных биопрепаратов.	ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК	Контроль выполнения и защита ПР	2

#### 4.4 Перечень вопросов для самостоятельного изучения дисциплины

Таблица 5

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
<b>Введение</b>		
1	<b>Тема 1.</b> Введение в биотехнологию. Основные понятия биотехнологии	Биотехнология как наука и сфера производства. Краткая история развития биотехнологии. Биотехнология и фундаментальные дисциплины. Современная биотехнология как одно из основных направлений научно-технического прогресса. Биообъекты как средство производства лекарственных, профилактических и диагностических препаратов. Классификация биообъектов. Совершенствование ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК - 2
<b>Раздел 1. «Молекулярно-генетические основы селекции практически важных для сельского хозяйства и биотехнологии микроорганизмов».</b>		
2	<b>Тема № 2.</b> Основы селекции микроорганизмов.	Получение полезных форм микроорганизмов путем рекомбиогенеза - трансформации, трансдукции и конъюгации. Генетическая инженерия. Совершенствование биообъектов методом мутагенеза. Традиционные методы селекции. Вариационные ряды. Отбор спонтанных мутаций. Мутагенез и селекция. Физические и химические мутагены и механизм их действия. Классификация мутаций. ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
3	<b>Тема № 3.</b> Генетическая модификация микроорганизмов	Клеточная инженерия и использование ее методов в создании микроорганизмов и клеток растений - новых продуцентов биологически активных (лекарственных) веществ. Генетическая инженерия и создание с помощью ее методов продуцентов новых лекарственных веществ. Основные принципы технологии рекомбинантной ДНК. ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК - 2
4	<b>Тема 4.</b> Основы промышленной биотехнологии	Важность и разнообразие микробных продуктов. Ферментация в твердых средах. Переработка сельскохозяйственных продуктов и продуктов питания. Первичные метаболиты. Производство аминокислот (лизин, глутаминовая кислота). Производство органических кислот (уксусная, молочная кислоты). Вторичные метаболиты. Антибиотики. Виды антибиотиков. Механизм устойчивости микроорганизмов к антибиотикам. Получение полусинтетических антибиотиков. Производство белков одноклеточных организмов. Производство ферментов. ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК - 2
5	<b>Тема № 5.</b> Белковая инженерия	Создание эффективных кормовых препаратов из растительной, микробной биомассы и отходов сельского хозяйства. ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК - 2
	<b>Тема 6.</b> Экологическая биотехнология	Понятия и основные требования к биобезопасности трансгенных организмов. Степень риска и опасности в биоинженерии. Основные законы, постановления и нормативные акты РФ в области биобезопасности генно-инженерной деятельности. Регистрация и использование сортов с.-х. культур и пород животных, созданных методами генной инженерии. Экологическая экспертиза безопасности трансгенных сортов растений и пород животных. Медико-биологическая оценка и маркировка новых видов пищевой продукции, полученной из генетически. ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК - 2
	<b>Тема 7.</b> Микробиологическая биотехнология и культивирование клеток животных и растений.	Микроорганизмы как объект биотехнологического производства. Биотехнология микробного биосинтеза. Культивирование микроорганизмов, селекция Способы культивирования микроорганизмов: глубинный и поверхностный методы. Ферменты: назначение, устройство, принцип работы. Основные субстраты для микробной биотехнологии. Получение микробной биомассы. Производство биологически активных веществ, протеиновых микробиологических концентратов, аминокислот, витаминов, антибиотиков, ферментных препаратов. Пробиотики как альтернатива антибиотикам

№ п/п	№ раздела и темы	Перечень рассматриваемых вопросов для самостоятельного изучения
		<p>Иммобилизованные ферменты. Основные методы иммобилизации. Химические конструкции при иммобилизации ферментов. Носители и их характеристика. Микробиологическая трансформация органических соединений. Трансформация стероидов, углеводов. Понятие о биологически активных веществах. Применение ферментативных препаратов в перерабатывающих и пищевых производствах. Применение биотехнологии в производстве пищевого белка. Выращивание мицелия высших грибов в биореакторе. Микромицеты в питании человека. Способы интенсификации производства этилового спирта с использованием ферментов. Биотехнологические процессы при переработке молока. Приготовление заквасок. Приготовление молочнокислых продуктов, сыра и лактозы (молочного сахара). Биотехнологические процессы при переработке мяса. Биотехнология получения инвертных сахаров и подсластителей. Биотехнологические основы производства пищевых кислот - уксусной, лимонной, молочной и винной. Производство хлебопекарных и пивных дрожжей. Разведение дрожжей чистой культуры. Основные требования к их качеству. Производство кваса. Приготовление смешанной закваски чистых культур дрожжей и молочнокислых бактерий. Основные направления применения биотехнологических процессов в производстве вин, пива, соков, растительных масел, хлеба, пектина и биологически активных добавок к пище ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК - 2</p>
<b>Раздел 3 «Экобиотехнологические альтернативы в сельском хозяйстве».</b>		
5	Тема 9. Сельскохозяйственная биотехнология	<p>Фитогормоны и синтетические регуляторы в биотехнологии растений. Биоконверсия отходов растениеводства. Фитогормоны и синтетические регуляторы роста и развития растений в биотехнологии и растениеводстве. Гормональная система растений. Синтетические регуляторы роста и развития растений. Фитогормоны и синтетические регуляторы в биотехнологии растений. Микробные инсектициды. Бактериальные энтомопатогенные препараты. Токсичные продукты <i>Bacillus thuringiensis</i> ПК – 1, ПК – 2, ПК – 15, ОПК - 2</p>

## 5. Образовательные технологии

Таблица 6

**Применение активных и интерактивных образовательных технологий**

№ п/п	Тема и форма занятия		Наименование используемых активных и интерактивных образовательных технологий
1	Биоконверсия растительного сырья и отходов с\х производства.	Л	Проблемная лекция
2	Микробиологический посев землеудобрительных биопрепаратов	ПЗ	Работа в малых группах
3	Определение способности использования микроорганизмами углерода из пестицидов	ПЗ	Работа в малых группах
4	Изучение влияния различных факторов на кинетику роста дрожжей <i>Saccharomyces cerevisiae</i>	ПЗ	Работа в малых группах
5	Определение чувствительности микроорганизмов к пестицидам	ПЗ	Работа в малых группах

**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 коллоквиуму «История развития, современные достижения биотехнологии»**

1. Что такое биотехнология? Назовите и охарактеризуйте основные этапы развития биотехнологии.
2. В каких отраслях народного хозяйства применяются достижения биотехнологии?
3. Назовите основные цели и задачи биотехнологии.
4. Какие методы биотехнологии используются в животноводстве, растениеводстве?
5. Какие открытия, сделанные в области биотехнологии, способствовали ее дальнейшей интенсификации?
6. Какова роль биотехнологии в интенсификации животноводства?
7. Какие ферменты используют для коагуляции белков при изготовлении сыра?
8. Какие моносахариды входят в состав инверта?
9. Какие аминокислоты входят в состав аспартата?
10. Назовите основные пищевые кислоты.
11. Опишите способ получения дрожжей *Saccharomyces cerevisiae*.
12. Какие штаммы дрожжей используются в пивоварении?
13. Назовите основные пути улучшения биологической питательной ценности кормовых белков.

14. Назовите способы получения кормовых белковых препаратов из дрожжей.
15. Опишите способ получения кормового белка из водорослей
16. и микроскопических грибов.
17. Какие технологии получения высокобелковых кормов из вегетативной массы растений разработаны и используются в настоящее время?
18. время?
19. В чем состоят особенности биотехнологий получения кормовых липидных препаратов?

### **Коллоквиум.**

#### **«Микробные процессы деградации органических поллютантов».**

1. Назовите общие показатели загрязненности сточных вод.
2. Какие способы определения органических веществ в сточных водах наиболее широко используются? Дайте их характеристику.
3. В чем состоят преимущества и недостатки биохимических способов очистки сточных вод?
4. Назовите и охарактеризуйте группы аэробных процессов биоочистки.
5. Что представляет собой активный ил?
6. В чем преимущества и недостатки переработки отходов с помощью активного ила?
7. Какие классы простейших встречаются в активном иле?
8. Что показывает коэффициент протозойности  $k_p$ ?
9. Назовите виды аэротенков.
10. В чем состоит принцип «псевдосжиженного слоя»?
11. Изобразите схему экстракции белка из ила.
12. Биотехнология очистки сточных вод.
13. Биологическое потребление кислорода (БПК).
14. Аэробная переработка отходов (в присутствии кислорода).
15. Экстенсивные методы и интенсивные способы. Коэффициент зооглейности ( $k_z$ ). Коэффициент протозойности  $k_p$ .
16. Аэротенки (достоинства и недостатки).
17. Анаэробное разложение (кислая и метановая стадии процесса брожения). Фазы метанового брожения.
18. Извлечение полезных веществ (из воды, отходов сельскохозяйственного производства.)
19. Биоочистка газовой воздушной выбросов.
20. Биотехнологии и получение металлов.
21. Бактериальное выщелачивание.
22. Обогащение руд и концентратов. Биоэнергетика.
23. Ксенобиотики и их биodeградация. Биоремедиация.

**Тестовые задания  
Основы биотехнологии»**

1. Начало послепастеровского периода в развитии биотехнологии относят к
  - 1) 1941 г.
  - 2) 1866 г.**
  - 3) 1975 г.
  - 4) 1982 г.
2. Открыл микроорганизмы и ввел понятие биообъекта
  - 1) Д. Уотсон
  - 2) Ф. Крик
  - 3) Ф. Сенгер
  - 4) Л. Пастер**
3. Период антибиотиков в развитии биотехнологии относится к
  - 1) 1866-1940 гг.
  - 2) 1941-1960 гг.**
  - 3) 1961-1975 гг.
  - 4) 1975-2001 гг.
4. Структуру белка инсулина установил
  - 1) Д. Уотсон
  - 2) Ф. Крик
  - 3) Ф. Сенгер**
  - 4) М. Ниренберг
5. Разработка технологии рекомбинантных днк относится к периоду развития биотехнологии
  - 1) антибиотиков**
  - 2) допастеровскому
  - 3) послепастеровскому
  - 4) управляемого биосинтеза
6. Получение хлебопекарных и пивных дрожжей относится к периоду развития биотехнологии
  - 1) допастеровскому**
  - 2) послепастеровскому
  - 3) антибиотиков
  - 4) управляемого биосинтеза
  - 5) новой и новейшей биотехнологии
7. Использование спиртового брожения в производстве пива и вина относится к периоду развития биотехнологии
  - 1) допастеровскому**
  - 2) послепастеровскому
  - 3) антибиотиков
  - 4) управляемого биосинтеза
  - 5) новой и новейшей биотехнологии
8. Использование молочнокислого брожения при переработке молока относится к периоду развития биотехнологии
  - 1) допастеровскому**
  - 2) послепастеровскому

- 3) антибиотиков  
 4) управляемого биосинтеза  
 5) новой и новейшей биотехнологии
9. Период развития производства витаминов
- 1) допастеровскому  
 2) послепастеровскому  
 3) новой и новейшей биотехнологии  
**4) управляемого биосинтеза**
10. Производство этанола относится к периоду развития биотехнологии
- 1) допастеровскому  
**2) послепастеровскому**  
 3) антибиотиков  
 4) управляемого биосинтеза  
 5) новой и новейшей биотехнологии
11. Внедрение в практику вакцин и сывороток относится к периоду развития биотехнологии
- 1) управляемого биосинтеза  
 2) допастеровскому  
**3) послепастеровскому**  
 4) антибиотиков
12. Культивирование клеток и тканей растений относится к периоду развития биотехнологии
- 1) новой и новейшей биотехнологии  
 2) допастеровскому  
 3) послепастеровскому  
**4) антибиотиков**
13. Получение вирусных вакцин относится к периоду развития биотехнологии
- 1) допастеровскому  
 2) послепастеровскому  
**3) антибиотиков**  
**4) управляемого биосинтеза**  
 5) новой и новейшей биотехнологии
14. Микробиологическая трансформация стероидных структур относится к периоду развития биотехнологии
- 1) управляемого биосинтеза  
 2) допастеровскому  
 3) послепастеровскому  
**4) антибиотиков**
15. Производство витаминов относится к периоду развития биотехнологии
- 1) допастеровскому  
 2) послепастеровскому антибиотиков  
**3) управляемого биосинтеза**  
 4) новой и новейшей биотехнологии
16. Производство чистых ферментов относится к периоду развития биотехнологии
- 1) управляемого биосинтеза**



- 2) допастеровскому
- 3) послепастеровскому
- 4) антибиотиков

17. Промышленное использование

Иммобилизованных ферментов и клеток относится к периоду развития биотехнологии

**1) управляемого биосинтеза**

- 2) допастеровскому
- 3) послепастеровскому
- 4) антибиотиков

18. Производство аминокислот с использованием микробных мутантов относится к периоду развития биотехнологии

- 1) допастеровскому
- 2) послепастеровскому
- 3) антибиотиков

**4) управляемого биосинтеза**

5) новой и новейшей биотехнологии

19. Получение биогаза относится к периоду развития биотехнологии

- 1) допастеровскому
- 2) послепастеровскому
- 3) антибиотиков

**4) управляемого биосинтеза**

5) новой и новейшей биотехнологии

20. Первая рекомбинантная днк получена

1) в 1953 г. Дж. Утсоном и ф. Криком

**2) в 1972 г. П. Бергом**

3) в 1963 г. М. Ниренбергом

4) в 1953 г. Ф. Сенгером

## **6.2 Примерный перечень вопросов к зачету по дисциплине**

1. Методы селекции микроорганизмов, используемых в сельском хозяйстве.
2. Факторы мутагенеза и рекомбиногенеза, используемые в сельскохозяйственной микробиологии.
3. Понятие микробной инженерии.
4. Группы микроорганизмов, используемые в микробной инженерии.
5. Биопрепараты, изготавливаемые на основе свободноживущих, ассоциативных и симбиотических бактерий.
6. Азотфиксирующие препараты, созданные с использованием методов генной инженерии.
7. Ферменты, участвующие в аэробной и анаэробной деградации целлюлозолигниновых материалов.
8. Методы утилизации целлюлозы, получение различных продуктов для сельского хозяйства и промышленности.

9. Механизм токсического действия токсинов бактерий на вредные насекомые.
10. Наиболее активные микроорганизмы, осуществляющие биodeградацию ксенобиотиков.
11. Метаболические пути биodeградации ксенобиотиков, созданные генно-инженерными методами.
12. Генно-инженерные методы, используемые для получения микроорганизмов, обладающих способностью к деградации различных ксенобиотиков.
13. Биотехнологическое получение белков, пептидов, липидов, углеводов. Обогащение растительных кормов микробным белком.
14. Биотехнологическое получение витаминов, коферментов, органических кислот, антибиотиков, алкалоидов.
15. Создание эффективных кормовых препаратов из растительной, микробной биомассы и отходов сельского хозяйства.
16. Применение новых источников биоэнергии, полученных на основе микробиологического синтеза и моделированных фотосинтетических процессов.
17. Биоконверсия биомассы в биогаз.
18. Биотехнология и охрана окружающей среды.
19. Ферментеры: назначение, устройство, принцип работы.
20. Биоконверсия отходов растениеводства и пищевой промышленности.
21. Фракционирование зеленых растений и биоконверсия компонентов
22. Аэробные способы утилизации стоков
23. Производство органических кислот биотехнологическими способами и их использование в качестве консервантов корма.
24. Анаэробные способы утилизации стоков.
25. Способы культивирования микроорганизмов: глубинный и поверхностный методы.
26. Биodeградация ксенобиотиков.
27. Вермикомпосирование органических отходов.
28. Биотехнологические методы консервирования и хранения кормов.
29. Получение протеиновых микробиологических концентратов в ферментерах и их использование в зоотехнологии.
30. Основные направления современной биотехнологии, мировые и российские центры сельскохозяйственной биотехнологии.
31. Технология метанового брожения при утилизации отходов животноводства.
32. Микробиологические процессы, происходящие при компостировании органических отходов.

### **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:**  
Зачет студенту 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 не ставится, 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**

### **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, 2021. — 428 с.
2. Калашникова, Елена Анатольевна. Современные аспекты биотехнологии: учебно-методическое пособие / Е. А. Калашникова, Р. Н. Киракосян; Российский государственный аграрный университет - МСХА им. К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: РГАУ-МСХА им. К. А. Тимирязева, 2016 — 123 с.: рис., табл., цв. ил. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/324.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/324.pdf>>
3. Якупов, Т.Р. Молекулярная биотехнология : учебник / Т.Р. Якупов, Т.Х. Фаизов. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 160 с. — ISBN 978-5-8114-3719-1. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/123684>
4. Калашникова, Елена Анатольевна. Основы экобиотехнологии: учебное пособие / Е. А. Калашникова; Российский государственный аграрный университет - МСХА имени К. А. Тимирязева (Москва). — Электрон. текстовые дан. — Москва: Росинформагротех, 2017 — 118 с.: табл. — Коллекция: Учебная и учебно-методическая литература. — Режим доступа : <http://elib.timacad.ru/dl/local/t663.pdf>. - Загл. с титул. экрана. - Электрон. версия печ. публикации. — <URL:<http://elib.timacad.ru/dl/local/t663.pdf>>.
5. Музафаров, Е.Н. История и география биотехнологий : учебное пособие / Е.Н. Музафаров. — 2-е изд., испр. — Санкт-Петербург : Лань, 2018. — 344 с.

— ISBN 978-5-8114-2887-8. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/101843>

## 7.2 Дополнительная литература

1. Белокурова, Е.С. Биотехнология продуктов растительного происхождения : учебное пособие / Е.С. Белокурова, О.Б. Иванченко. — Санкт-Петербург : Лань, 2019. — 232 с. — ISBN 978-5-8114-3630-9. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/118619>
2. Мишанин, Ю.Ф. Биотехнология рациональной переработки животного сырья : учебное пособие / Ю.Ф. Мишанин. — Санкт-Петербург : Лань, 2017. — 720 с. — ISBN 978-5-8114-2562-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/96860>
3. Мезенова, О.Я. Биотехнология рационального использования гидробионтов : учебник / О.Я. Мезенова. — Санкт-Петербург : Лань, 2013. — 416 с. — ISBN 978-5-8114-1438-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <https://e.lanbook.com/book/13096>

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

1. При проведении лабораторных работ необходимо строго соблюдать правила техники безопасности при работе в микробиологической лаборатории, указания преподавателей и лаборантов кафедры.
2. Рабочая тетрадь для практических занятий по дисциплине «Основы микробной биотехнологии»
3. . М.: Центр оперативной полиграфии РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева, 2016.
4. СП 1.3.2322-08 Безопасность работы с микроорганизмами 3 - 4 групп патогенности (опасности) и возбудителями паразитарных болезней

## 8 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины «Основы микробной биотехнологии»

1. Научная библиотека МГУ <http://www.lib.msu.su>. Доступ не ограничен
2. Государственная публичная научно-техническая библиотека России <http://www.vavilon.ru/>. Доступ не ограничен
3. Электронные словари <http://www.edic.ru>. Доступ не ограничен.
4. Собственная электронная библиотека. Свидетельство о регистрации ЭР № 20163 от 03.06.2014 г. Доступ не ограничен. <http://pgsha.ru/web/generalinfo/library/elib/>
5. Система ГАРАНТ: электронный периодический справочник [Электронный ресурс]. – Электр.дан. (7162 Мб: 887 970 документов). – [Б.и., 199 -] (Договор №746 от 01 января 2014 г.); Срок не ограничен. Доступ из корпусов академии.
6. ЭБС издательского центра «Лань» - «Ветеринария и сельское хозяйство», «Лесное хозяйство и лесоинженерное дело», (Контракт №84/16 -ЕД от 07

ноября 2016 г.); «Инженерно-технические науки», «Информатика», «Технологии пищевых производств» (Контракт №13/17-ЕД от 10 апреля 2017 г.). <http://e.lanbook.com/> Доступ не ограничен.

7. Электронно-библиотечная система «ЭБС ЮРАЙТ [www.biblio-online.ru](http://www.biblio-online.ru) (Контракт №07/17 –ЕД от 30 марта 2017 г.). Доступ не ограничен
8. Издательство Юрайт-Москва [urait.ru](http://urait.ru) Доступ не ограничен.
9. Российская государственная библиотека <http://www.rsl.ru> Доступ не ограничен.

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

1. Wikipedia.org
2. [microbiologu.ru](http://microbiologu.ru) – поисковая система по микробиологии.
3. [smikro.ru](http://smikro.ru) – поисковая система по санитарной микробиологии
4. Базы данных, информационно – справочные и поисковые системы: электронно- библиотечная система, [yandex.ru](http://yandex.ru), [google.ru](http://google.ru), [rambler.ru](http://rambler.ru).
5. [www.medmicrob.ru](http://www.medmicrob.ru) – база данных по общей микробиологии.
6. <http://window.edu.ru> – доступ к образовательным ресурсам «Единое окно».

## **9 Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине «Основы микробной биотехнологии»**

Для лекционного курса необходима компьютерная техника с мультимедийным обеспечением.

Для проведения практических занятий по дисциплине «Основы микробной биотехнологии» 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.

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).

	<p>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).</p> <p>3. Термостат биологический ВД 115 2 шт. (Инв. № 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/ЗБ 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. №</p>

	<p>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 BD 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>
Библиотека имени Железнова, читальный зал	

### 9.1 Музейные штаммы микроорганизмов

- |                               |                                    |
|-------------------------------|------------------------------------|
| 1. <i>Proteus vulgaris</i>    | 2. <i>Proteus spp.</i>             |
| 3. <i>Bacillus subtilis</i> . | 4. <i>Aspergillus fumigatus</i> .  |
| 5. <i>Candida albicans</i> .  | 6. <i>Trichophyton spp.</i>        |
| 7. <i>Candida krusii</i>      | 8. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> . |
| 9. <i>Salmonella dublin</i> . | 10. <i>Staphylococcus spp.</i>     |
| 11. <i>Streptococcus spp.</i> | 12. <i>Esherichia coli 3254</i>    |
| 13. <i>Exphiala nigra</i> .   | 14. <i>Esherichia coli M-17</i>    |
| 15. <i>Clostridium spp</i>    | 15. <i>Bacillus spp.</i>           |

### 10. Методические рекомендации студентам по освоению дисциплины

Занятия по дисциплине проводятся в специально оборудованной лаборатории. Для допуска к проведению практического 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 лабораторно-практического 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.

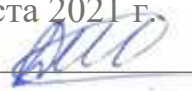
### **11 Методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине**

Для освоения практических 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.

**Программу разработали:**

ст. преп. Д.В. Снегирев  
«23» августа 2021 г.





## Рецензия

### на рабочую программу дисциплины «Основы микробной биотехнологии» ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология, по направленности Биотехнология (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 «Основы микробной биотехнологии» - ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология по направленности Биотехнология разработанной в ФГБОУ ВО «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», на кафедре микробиологии и иммунологии (разработчик Снегирев Д.В. старший преподаватель кафедры микробиологии и иммунологии, к.б.н. доцент кафедры микробиологии и иммунологии Селицкая О.В.).

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

Предъявленная рабочая программа дисциплины «Основы микробной биотехнологии» (далее по тексту Программа) соответствует требованиям ФГОС ВО по направлению, 19.03.01 Биотехнология по направленности Биотехнология, и содержит все основные разделы, соответствует требованиям к нормативно-методическим документам предъявляемых к рабочей программе дисциплины.

Представленная в Программе **актуальность** учебной дисциплины не подлежит сомнению – дисциплина включена в вариативный профессиональный цикл образовательной программы бакалавриата учебного – блока Б1.В11 Представленные в Программе **цели** дисциплины соответствуют требованиям ФГОС ВО направления 19.03.01 Биотехнология. В соответствии с Программой за дисциплиной «Основы микробной биотехнологии» закреплены профессиональные и общепрофессиональные компетенции. Дисциплина «Основы микробной биотехнологии» и представленная Программа способна реализовать компетенцию в объявленных требованиях. Компетенция не вызывает сомнения в свете профессиональной значимости и соответствия содержанию дисциплины «Основы микробной биотехнологии»

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

Общая трудоёмкость дисциплины «Основы микробной биотехнологии» составляет 3 зачётных единицы (108 часов).

1. Информация о взаимосвязи изучаемых дисциплин и вопросам исключения дублирования в содержании дисциплин соответствует действительности. Дисциплина «Основы микробной биотехнологии» не взаимосвязана с другими дисциплинами ОПОП и Учебного плана по направлению 19.03.01 Биотехнология и возможность дублирования в содержании отсутствует. Дисциплина 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.

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

3. Виды, содержание и трудоёмкость самостоятельной работы студентов, представленные в Программе, соответствуют требованиям к подготовке выпускников, содержащимся во ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология. Представленные и описанные в Программе формы *текущей* оценки знаний (опрос, как в форме обсуждения отдельных вопросов, так и выступления, и участие в тематических дискуссиях и групповых обсуждениях), соответствуют специфике дисциплины и требованиям к выпускникам.

Форма промежуточного контроля знаний студентов, предусмотренная Программой, осуществляется в форме экзамена

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

4. Учебно-методическое обеспечение дисциплины представлено: основной литературой – 5 источника (базовый учебник и учебное пособие), дополнительной литературой – 5 наименований, и соответствует требованиям ФГОС ОПОП ВО направления 19.03.01 Биотехнология

5. Материально-техническое обеспечение дисциплины соответствует специфике дисциплины «Основы микробной биотехнологии» и обеспечивает использование современных образовательных, в том числе интерактивных методов обучения.

6. Методические рекомендации студентам и методические рекомендации преподавателям по организации обучения по дисциплине дают представление о специфике обучения по дисциплине «Основы микробной биотехнологии» и соответствуют стандарту по направлению 19.03.01 Биотехнология

### **ОБЩИЕ ВЫВОДЫ**

На основании проведенной рецензии можно сделать заключение, что характер, структура и содержание рабочей программы дисциплины «Основы микробной биотехнологии» ФГОС ВО по направлению 19.03.01 Биотехнология по направленности Биотехнология (квалификация (степень) 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 «23» августа 2021 г.

