


федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Мичуринский государственный аграрный университет»

Кафедра садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных  
культур

УТВЕРЖДЕНА  
решением учебно-методического  
совета университета  
(протокол от 22 июня 2023 г. № 10)

УТВЕРЖДАЮ  
Председатель учебно-методического  
совета университета  
 С.В. Соловьёв  
«22» июня 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

**ФЕРМЕНТНАЯ БИОТЕХНОЛОГИЯ**

**Научная специальность 1.5.6. Биотехнология**

Мичуринск, 2023 г.

## 1. Цели освоения дисциплины (модуля)

Целями освоения дисциплины (модуля) «Ферментная биотехнология» является: формирование у обучающихся теоретических представлений об основных методах ферментной биотехнологии, подготовки специалистов в области биотехнологии, обладающих фундаментальными знаниями, способных проводить научно-исследовательскую деятельность, эффективно использовать в научно-исследовательской и практической работе современные методы исследований, обобщать и анализировать полученные результаты, осуществлять биотехнологические процессы с участием ферментов на основе последних достижений в данной отрасли.

Задачи дисциплины:

- определить место ферментной биотехнологии в ряду приоритетных направлений науки;
- углубить понимание физико-химических и биохимических закономерностей биокатализа, особенностей его использования в биотехнологии;
- развить видение перспектив практического использования достижений ферментной биотехнологии.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Согласно учебному плану по данной научной специальности дисциплина относится к Образовательному компоненту, Элективные дисциплины (модули) 2.1.5.

Дисциплина взаимосвязана с освоением таких дисциплин как: «Методология научных исследований в биотехнологии», «История философии и науки», «Генная инженерия», «Иностранный язык».

Знания, умения и навыки, приобретенные при изучении данной дисциплины необходимы при освоении дисциплин: «Биотехнология», «Клеточная биотехнология», «Биотехнологические методы защиты окружающей среды», а также для успешного прохождения итоговой аттестации, подготовки диссертации на соискание ученой степени кандидата наук.

## 3. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы

В результате освоения дисциплины обучающийся должен:

**Знать:**

- общие сведения о химическом и ферментативном катализе;
- молекулярные основы специфичности ферментов;
- принципы классификации и номенклатуры ферментов;
- механизм действия ферментов;
- физико-химические основы влияния температуры и рН среды на активность ферментов;
- механизмы активации и ингибирования ферментов;
- принципы и методы определения активности ферментов;
- способы выделения и очистки ферментов;
- способы получения и применения иммобилизованных ферментов;
- способы стабилизации и регенерации ферментативных систем, применяемых в биотехнологии;
- примеры использования биокатализа в науке и промышленности;
- современные технологические схемы индустриального биокатализа;
- принципы создания биокатализаторов с заданными свойствами;
- экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов;

- сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности;

**Уметь:**

- использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов;
- применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами;
- пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми в ферментативных исследованиях;
- подбирать субстраты и условия проведения ферментативных реакций.

**Владеть:**

- навыками самостоятельного решения научных, инженерных и производственных задач в области ферментной биотехнологии;
- способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;
- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий,
- методами очистки и стерилизации воздуха, приготовления и стерилизации питательных сред,
- методами проведения стандартных испытаний по определению качества сырья и продукции,
- методами технического контроля технологической дисциплины в условиях действующего биотехнологического производства.

#### 4. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часов.

##### 4.1. Объем дисциплины и виды учебной работы

Виды занятий	Всего акад. часов
Общая трудоемкость дисциплины	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем	40
Аудиторные занятия	40
лекции	20
практические занятия	20
Самостоятельная работа	68
Проработка учебного материала	24
Выполнение индивидуальных заданий	24
написание реферата	20
Вид итогового контроля	зачет

##### 4.2. Лекции

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Всего акад. часов
1.	<b>Раздел 1. Перспективы развития ферментной биотехнологии.</b>	2

№	Раздел дисциплины (модуля), темы лекций и их содержание	Всего акад. часов
	Тема 1. Фундаментальные и прикладные аспекты ферментной биотехнологии. Основные направления развития ферментной биотехнологии	2
2.	<b>Раздел 2. Основы энзимологии.</b>	4
	Тема 1. Строение, свойства, функции, номенклатура ферментов.	1
	Тема 2. Кинетика ферментативных реакций.	1
	Тема 3. Факторы, влияющие на активность ферментов	1
	Тема 4. Конструирование биокатализаторов	1
3.	<b>Раздел 3. Промышленное получение ферментов</b>	5
	Тема 1. Получение ферментных препаратов различной степени очистки. Технологическая схема производства	1
	Тема 2. Разработка штамма для производства ферментов	1
	Тема 3. Выделение и очистка ферментов, концентрация, стабилизация	1
	Тема 4. Ферментные препараты и их товарные формы.	1
	Тема 5. Имобилизация ферментных препаратов	1
4.	<b>Раздел 4. Ферментные препараты в отраслях промышленности</b>	7
	Тема 1. Применение ферментов в производстве молочных продуктов	1
	Тема 2. Применение ферментов в хлебопечении и производстве изделий из муки.	1
	Тема 3. Применение ферментов в производстве спирта, вина, пива.	1
	Тема 4. Ферменты в переработке мяса, рыбы и гидробионтов.	1
	Тема 5. Ферменты в модификации крахмала, белков и жиров	1
	Тема 6. Ферментные препараты в медицине, химической и др. отраслях промышленности	1
	Тема 7. Утилизация отходов при помощи ферментов.	1
5.	<b>Раздел 5. Безопасность биотехнологического производства ферментов.</b>	2
	Тема. 1. Санитарно-гигиеническая характеристика загрязняющих факторов при производстве ферментов. Обеспечение безопасности биотехнологического производства ферментов.	2
	Итого	20

### 4.3. Лабораторные работы не предусмотрены

#### 4.4. Практические занятия

№ раздела	Наименование занятия	Всего акад. часов
1	Изучение номенклатуры ферментных препаратов и нормативно-технической документации.	2
2	Методы определения физико-химических показателей ферментных препаратов	2
3	Методы определения общей микробной обсемененности ферментных препаратов	2
4	Методы определения активности ферментов. Техника безопасности при работе с оборудованием.	2
5	Методы определения зависимости амилолитической активности	2

	ферментных препаратов от температуры	
5	Методы определения зависимости амилалитической активности ферментных препаратов от pH среды	2
5	Методы определения влияния ингибиторов на скорость ферментативной реакции	2
5	Методы выделения ферментов	2
5	Технологии и оборудование для биосинтеза ферментов на производстве	4
	Итого	20

#### 4.5. Самостоятельная работа обучающихся

Раздел модуля	№	Вид самостоятельной работы	Всего акад. часов
Раздел 1	1	Проработка учебного материала	4
	2	Выполнение индивидуальных заданий	4
	3	написание реферата	4
Раздел 2	1	Проработка учебного материала	4
	2	Выполнение индивидуальных заданий	4
	3	написание реферата	4
Раздел 3	1	Проработка учебного материала	4
	2	Выполнение индивидуальных заданий	4
	3	написание реферата	4
Раздел 4	1	Проработка учебного материала	4
	2	Выполнение индивидуальных заданий	4
	3	написание реферата	4
Раздел 5	1	Проработка учебного материала	6
	2	Выполнение индивидуальных заданий	6
	3	написание реферата	4
итого			68

Перечень методического обеспечения для самостоятельной работы по дисциплине (модулю):

1. УМКД по дисциплине «Ферментная биотехнология» для обучающихся по научной специальности 1.5.6. Биотехнология. Мичуринск, Мичуринский ГАУ, 2023.

#### 4.6. Выполнение контрольной работы обучающимися заочной формы не предусмотрено

#### 4.7. Содержание разделов дисциплины

##### Раздел 1. Перспективы развития ферментной биотехнологии

Сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности. Предмет, история развития, цели и задачи ферментной биотехнологии.

История открытия и изучения ферментов. Роль ферментов в живых системах и в пищевом сырье. Перспективы развития ферментной биотехнологии.

##### Раздел 2. Основы энзимологии

Химическая природа ферментов. Молекулярная структура ферментов. Активный и аллостерический центры. Функциональные отличия ферментов от низкомолекулярных катализаторов. Проферменты. Апоферменты и простетические группы сложных фермен-

тов. Коферменты, кофакторы и их роль в каталитическом процессе. Мультимолекулярные ферментные комплексы. Изоферменты и их биологическое значение.

Молекулярные аспекты специфичности ферментов. Теории сродства фермента и субстрата.

Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа. Эффективность действия ферментов. Образование фермент-субстратных комплексов. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата. Теория Михаэлиса – Ментен. Кинетика ферментативных реакций. Освоение физико-химических основ биокатализа как управление способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития.

Зависимость активности фермента от температуры раствора. Температурный оптимум ферментативной реакции. Термостабильные и термолабильные ферменты. Активность ферментов при низких температурах. Зависимость скорости реакции от значения pH раствора.

Влияние pH на заряд ионогенных групп в молекулах белка. Оптимальное значение pH для ферментов и его биологическое значение.

Активность нативных ферментов. Специфические факторы, повышающие активность ферментов.

Ингибиторы ферментов: классификация, механизмы действия. Обратимые и необратимые ингибиторы. Константы ингибирования. Конкурентное и аллостерическое ингибирование ферментов. Белковые ингибиторы ферментов.

Принципы классификации ферментов. Принципы и способы количественного определения активности ферментов. Единицы ферментативной активности.

Направления и перспективы развития молекулярного дизайна биокатализаторов. Способы использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов-биокатализаторов.

### **Раздел 3. Промышленное получение ферментов**

Поверхностный и глубинный способы культивирования. Преимущества и недостатки. Периодическое и непрерывное культивирование. Аппаратурное обеспечение. Технологические особенности подготовки посевного материала. Сырье для микробного синтеза. Приготовление питательных сред. Стерилизация питательных сред и воздуха для аэрации. Научно-обоснованные технологические приемы выделения и очистки продуктов как демонстрация умения пользоваться способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.

Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Стабилизирующие добавки. Химическая модификация ферментов. Имобилизация ферментов. Разработка носителей ферментов как демонстрация умения пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях.

### **Раздел 4. Ферментные препараты в отраслях промышленности**

Ферменты в химической промышленности. Ферменты в фармацевтической промышленности. Ферменты в пищевой и перерабатывающей промышленности. Получение глюкозо-фруктозных сиропов с помощью глюкозоизомеразы. Использование в пищевой промышленности протеиназ, амилаз, липаз, пектиназ, β-галактозидаз.

Ферменты как компоненты моющих средств. Перспективы развития индустриального биокатализа и возможность применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами.

### **Раздел 5. Безопасность биотехнологического производства ферментов.**

Санитарно-гигиеническая характеристика загрязняющих факторов при производстве ферментов: живые и инактивированные клетки микроорганизмов, генно-инженерные штаммы, продукты биосинтеза. Гигиеническое, инженерно-технологическое обеспечение безопасности биотехнологического производства ферментов. Обеспечение микробиологической безопасности биотехнологических производств. Нормативная документация, регламентирующая создание безопасных условий на биотехнологических производствах.

Экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов.

## 5. Образовательные технологии

Вид учебной работы	Образовательные технологии
Лекции	Электронные материалы, использование мультимедийных средств
Практические занятия	Выполнение групповых аудиторных заданий, индивидуальные доклады
Самостоятельные работы	Презентация и защита результатов самостоятельной работы на занятиях

Для достижения целей приобретения обучающимися теоретических знаний и практических навыков используются лекции, практические работы, написание рефератов по предложенным темам.

В целях реализации лекционного цикла, практической и самостоятельной работы будут использованы личностно-ориентированный, деятельный подход дифференцированного обучения с использованием методов активного и интерактивного обучения.

## 6. Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)

### 6.1. Паспорт фонда оценочных средств по дисциплине

#### «Ферментная биотехнология»

№	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Оценочное средство	
		наименование	Кол-во
1	Перспективы развития ферментной биотехнологии.	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	5
2	Основы энзимологии	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	20
3	Промышленное получение ферментов	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	10
4	Ферментные препараты в отраслях промышленности	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	10
5	Безопасность биотехнологического производства	Тесты	20
		Темы рефератов	4
		Вопросы для зачета	5

### 6.2. Перечень вопросов для зачета

## **Раздел 1**

1. Сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.
2. Развитие рынка ферментных препаратов .
3. Роль ферментов в живых объектах .
4. Роль ферментов в пищевом сырье .
5. Применение ферментов в научных исследованиях .

## **Раздел 2**

6. Общая характеристика катализаторов
7. Общие свойства ферментов и других катализаторов
8. Отличия ферментов от неорганических катализаторов.
9. Молекулярное строение ферментов, изоферменты .
10. Строение активного центра .
11. Строение и значение аллостерического центра.
12. Теория индуцированного соответствия субстрата активному центру фермента .
13. Освоение физико-химических основ биокатализа как управление способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития. .
14. Теория Михаэлиса-Ментен .
15. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата .
16. Константа Михаэлиса и максимальная скорость реакции .
17. Зависимость скорости реакции от температуры .
18. Зависимость скорости реакции от pH .
19. Активаторы ферментов и механизм их действия.
20. Ингибиторы ферментов.
21. Виды ингибирования.
22. Механизм конкурентного ингибирования и его значение .
23. Классификация и номенклатура ферментов .
24. Методы определения активности ферментов .
25. Способы использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов-биокатализаторов. .

## **Раздел 3**

26. Поверхностный и глубинный способы получения ферментов. Преимущества и недостатки .
27. Периодическое и непрерывное культивирование. Аппаратурное обеспечение .
28. Технологические особенности подготовки посевного материала .
29. Сырье для микробного синтеза. Приготовление питательных сред .
30. Стерилизация питательных сред и воздуха для аэрации .
31. Научно-обоснованные технологические приемы выделения и очистки продуктов как демонстрация умения пользоваться способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий. .
32. Стабилизация ферментов в биотехнологических системах .
33. Стабилизирующие добавки .
34. Химическая модификация ферментов .
35. Иммунизация ферментов. Разработка носителей ферментов как демонстрация умения пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях .

## **Раздел 4**



36. Применение ферментов в пищевой промышленности .
37. Применение ферментов в производстве молочных продуктов .
38. Применение ферментов в производстве спирта .
39. Применение ферментов в производстве соков, вина и пива .
40. Применение ферментов в переработке мяса, рыбы, гидробионтов .
41. Перспективы развития индустриального биокатализа и возможность применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами .
42. Ферментные препараты в медицине .
43. Применение ферментов в химической промышленности .
43. Применение ферментов в научных исследованиях .
44. Применение ферментов при утилизации отходов .
45. Применение ферментов в генной инженерии .

#### Раздел 5

46. Санитарно-гигиеническая характеристика загрязняющих факторов при производстве ферментов: живые и инактивированные клетки микроорганизмов, генно-инженерные штаммы, продукты биосинтеза .
47. Гигиеническое обеспечение безопасности биотехнологического производства ферментов
48. Экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов. .
49. Обеспечение микробиологической безопасности биотехнологических производств .
50. Нормативная документация, регламентирующая создание безопасных условий на биотехнологических производствах .

### 6.3. Шкала оценочных средств

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания*	Оценочные средства** (кол. баллов)
Продвинутый (75 -100 баллов) «отлично»	<p>Отлично знает: экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов; сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.</p> <p>Отлично умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов;</li> <li>- применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами;</li> <li>- пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</li> </ul>	Реферат -25- 50 б., экзамен - 50 б.

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания*	Оценочные средства** (кол. баллов)
	<p>Отлично владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;</li> <li>- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</li> </ul>	
<p>Базовый (50 -74 балла) – «хорошо»</p>	<p>Хорошо знает:</p> <p>экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов; сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.</p> <p>Хорошо умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов;</li> <li>- применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами;</li> <li>- пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</li> </ul> <p>Хорошо владеет:</p> <p>способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</li> </ul>	<p>Реферат -10-24 б., экзамен - 40 б.</p>
<p>Пороговый (35 - 49 баллов) – «удовлетворительно»</p>	<p>Удовлетворительно знает:</p> <p>экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и</p>	<p>Реферат -0-14 б. экзамен - 35 б.</p>

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания*	Оценочные средства** (кол. баллов)
	<p>биотехнологических процессов; сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.</p> <p>Удовлетворительно умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов;</li> <li>- применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами;</li> <li>- пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</li> </ul> <p>Удовлетворительно владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;</li> <li>- способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий.</li> </ul>	
<p>Низкий (допороговый) (компетенция не сформирована) (менее 35 баллов) – «неудовлетворительно»</p>	<p>Не знает:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>экологические последствия применения в профессиональной деятельности различного технологического оборудования и биотехнологических процессов;</li> </ul> <p>сущность, задачи и значение современной биотехнологии, способы применения полученных знаний и умений в профессиональной деятельности.</p> <p>Не умеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>использовать основные методы генетической и клеточной инженерии для проведения экспериментальных исследований и получения новых видов конечных продуктов;</li> <li>- применять отечественный и зарубежный опыт и инновационные технологии для управления биотехнологическими процессами;</li> <li>- пользоваться способностью к критическому анализу и оценке современных научных</li> </ul>	<p>экзамен - менее 35 б.</p>

Уровни освоения компетенций	Критерии оценивания*	Оценочные средства** (кол. баллов)
	<p>достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях</p> <p>Не владеет:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>способностью планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития;</li> <li>-способностью самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий..</li> </ul>	

Все комплекты оценочных средств (контрольно-измерительных материалов), необходимых для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующие этапы их формирования в процессе освоения дисциплины (модуля) подробно представлены в документе «Фонд оценочных средств дисциплины (модуля)».

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)**

### **7.1. Основная учебная литература:**

1. Биотехнология. В 2 ч. Часть 2 : учебник и практикум для академического бакалавриата / под общ. ред. Н. В. Загоскиной, Л. В. Назаренко. — 2-е изд., испр. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 219 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-07409-3. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/CD8BBF55-A602-4FE1-B8F9-D5A4EC28B8FD](http://www.biblio-online.ru/book/CD8BBF55-A602-4FE1-B8F9-D5A4EC28B8FD).
2. Тарова З.Н., Расторгуев С.Л. Ферментные препараты. Получение. Применение: учебное пособие. - Мичуринск, Изд. МичГАУ, 2013.
3. УМКД по дисциплине «Ферментная биотехнология» для обучающихся по научной специальности 1.5.6. Биотехнология». Мичуринск, Мичуринский ГАУ, 2018.
4. Чечина, О. Н. Общая биотехнология : учеб. пособие для вузов / О. Н. Чечина. — 2-е изд., перераб. и доп. — М. : Издательство Юрайт, 2019. — 231 с. — (Серия : Бакалавр. Академический курс). — ISBN 978-5-534-08291-3. — Режим доступа : [www.biblio-online.ru/book/9F713447-3653-433F-80AA-8CF4308AA603](http://www.biblio-online.ru/book/9F713447-3653-433F-80AA-8CF4308AA603).

### **7.2 Дополнительная учебная литература:**

1. Биотехнология: Учебник/ И.В.Тихонов, Е.А. Рубан, Т.Н. Грязнева и др.; под ред. Акад. РАСХН Е.С. Воронина.- СПб.: ГИОРД, 2008. – 704с.
2. Бирюков, В.В. Основы промышленной биотехнологии : учебное пособие / В. В. Бирюков. — М. : КолосС, 2004. — 295 с. : ил. — (Для высшей школы).
3. Грачева, И.М. Технология ферментных препаратов/ О.В. Грачева. - М.: Агропромиздат.-1987. - 335 с.
4. Грачева О.В., Технология ферментных препаратов/ О.В. Грачева, А.Ю. Кривова. – М.: Элевар.- 2000. – 512 с.

5.Рогов, И.А. Пищевая биотехнология/ И.А.Рогов, Л.В.Антипова, Г.П. Шуваева. – М.: КолосС.- 2004. – 440 с.

6.Полыгалина Г.В., Чередниченко В.С., Римарева Л.В. Определение активности ферментов. Справочник. /Г.В.Полыгалина, В.С.Чередниченко, Л.В. Римарева– М.: Де Липринт. - 2003. – 375 с.

### **7.3. Методические указания по освоению дисциплины**

1. УМКД по дисциплине «Ферментная биотехнология» для обучающихся по научной специальности 1.5.6. Биотехнология. Мичуринск, Мичуринский ГАУ, 2023.

### **7.4. Информационные технологии (программное обеспечение и информационные справочные материалы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы)**

Учебная дисциплина (модуль) предусматривает освоение информационных и цифровых технологий. Реализация цифровых технологий в образовательном пространстве является одной из важнейших целей образования, дающей возможность развивать конкурентоспособные качества обучающихся как будущих высококвалифицированных специалистов.

Цифровые технологии предусматривают развитие навыков эффективного решения задач профессионального, социального, личностного характера с использованием различных видов коммуникационных технологий. Освоение цифровых технологий в рамках данной дисциплины (модуля) ориентировано на способность безопасно и надлежащим образом получать доступ, управлять, интегрировать, обмениваться, оценивать и создавать информацию с помощью цифровых устройств и сетевых технологий. Формирование цифровой компетентности предполагает работу с данными, владение инструментами для коммуникации.

#### **7.4.1 Электронно-библиотечная системы и базы данных**

1. ООО «ЭБС ЛАНЬ» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг от 10.03.2020 № ЭБ СУ 437/20/25 (Сетевая электронная библиотека)

2. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 03.04.2023 № 1)

3. Электронно-библиотечная система издательства «Лань» (<https://e.lanbook.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к электронным изданиям ООО «Издательство Лань» от 06.04.2023 № 2)

4. База данных электронных информационных ресурсов ФГБНУ ЦНСХБ (договор по обеспечению доступа к электронным информационным ресурсам ФГБНУ ЦНСХБ через терминал удаленного доступа (ТУД ФГБНУ ЦНСХБ) от 07.04.2023 № б/н)

5. Электронно-библиотечная система «AgriLib» ФГБОУ ВО РГАЗУ (<http://ebs.rgazu.ru/>) (дополнительное соглашение на предоставление доступа от 13.04.2023 № б/н к Лицензионному договору от 04.07.2013 № 27)

6. Электронная библиотечная система «Национальный цифровой ресурс «Рукопт»: Коллекции «Базовый массив» и «Колос-с. Сельское хозяйство» (<https://rucont.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа от 04.04.2023 № 2702/бп22)

7. ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» (<https://urait.ru/>) (договор на оказание услуг по предоставлению доступа к образовательной платформе ООО «Электронное издательство ЮРАЙТ» от 06.04.2023 № 6)

8. Электронно-библиотечная система «Вернадский» (<https://vernadsky-lib.ru>) (договор на безвозмездное использование произведений от 26.03.2020 № 14/20/25)
9. База данных НЭБ «Национальная электронная библиотека» (<https://rusneb.ru/>) (договор о подключении к НЭБ и предоставлении доступа к объектам НЭБ от 01.08.2018 № 101/НЭБ/4712)
10. Соглашение о сотрудничестве по оказанию библиотечно-информационных и социокультурных услуг пользователям университета из числа инвалидов по зрению, слабовидящих, инвалидов других категорий с ограниченным доступом к информации, лиц, имеющих трудности с чтением плоскочечатного текста ТОГБУК «Тамбовская областная универсальная научная библиотека им. А.С. Пушкина» (<https://www.tambovlib.ru>) (соглашение о сотрудничестве от 16.09.2021 № б/н)

#### 7.4.2. Информационные справочные системы

1. Справочная правовая система КонсультантПлюс (договор поставки и сопровождения экземпляров систем КонсультантПлюс от 03.02.2023 № 11481 /13900/ЭС)
2. Электронный периодический справочник «Система ГАРАНТ» (договор на услуги по сопровождению от 22.12.2022 № 194-01/2023)

#### 7.4.3. Современные профессиональные базы данных

1. База данных нормативно-правовых актов информационно-образовательной программы «Росметод» (договор от 11.07.2022 № 530/2022)
2. База данных Научной электронной библиотеки eLIBRARY.RU – российский информационно-аналитический портал в области науки, технологии, медицины и образования - <https://elibrary.ru/>
3. Портал открытых данных Российской Федерации - <https://data.gov.ru/>
4. Открытые данные Федеральной службы государственной статистики - <https://rosstat.gov.ru/opendata>

#### 7.4.4. Лицензионное и свободно распространяемое программное обеспечение, в том числе отечественного производства

№	Наименование	Разработчик ПО (право-обладатель)	Доступность (лицензионное, свободно распространяемое)	Ссылка на Единый реестр российских программ для ЭВМ и БД (при наличии)	Реквизиты подтверждающего документа (при наличии)
1	Microsoft Windows, Office Professional	Microsoft Corporation	Лицензионное	-	Лицензия от 04.06.2015 № 65291651 срок действия: бес-срочно
2	Антивирусное программное обеспечение Kaspersky Endpoint Security для бизнеса	АО «Лаборатория Касперского» (Россия)	Лицензионное	<a href="https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165">https://reestr.digital.gov.ru/reestr/366574/?sphrase_id=415165</a>	Сублицензионный договор с ООО «Софттекс» от 06.07.2022 № б/н, срок действия: с 22.11.2022 по 22.11.2023
3	МойОфис Стан-	ООО «Новые	Лицензион-	<a href="https://reestr.digital">https://reestr.digital</a>	Контракт с ООО

	дартный - Офисный пакет для работы с документами и почтой (myoffice.ru)	облачные технологии» (Россия)	ное	al.gov.ru/reestr/301631/?sphrase_id=2698444	«Рубикон» от 24.04.2019 № 0364100000819000012 срок действия: бессрочно
4	Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах «Антиплагиат ВУЗ» (https://docs.antiplagiat.ru)	АО «Антиплагиат» (Россия)	Лицензионное	https://reestr.digital.gov.ru/reestr/303350/?sphrase_id=2698186	Лицензионный договор с АО «Антиплагиат» от 17.04.2023 № 6627, срок действия: с 17.04.2023 по 16.04.2024
5	Acrobat Reader - просмотр документов PDF, DjVU	<a href="http://adobe.com">Adobe Systems</a>	Свободно распространяемое	-	-
6	Foxit Reader - просмотр документов PDF, DjVU	<a href="http://foxit.com">Foxit Corporation</a>	Свободно распространяемое	-	-

#### 7.4.5. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

1. CDTOwiki: база знаний по цифровой трансформации <https://cdto.wiki/>
2. Режим доступа: [garant.ru](http://garant.ru) - справочно-правовая система «ГАРАНТ»
3. Режим доступа: [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru) - справочно-правовая система «Консультант Плюс»
- 4.

#### 7.4.6. Цифровые инструменты, применяемые в образовательном процессе

1. LMS-платформа Moodle
2. Виртуальная доска Миро: [miro.com](http://miro.com)
3. Виртуальная доска SBoard <https://sboard.online>
4. Виртуальная доска Padlet: <https://ru.padlet.com>
5. Облачные сервисы: Яндекс.Диск, Облако Mail.ru
6. Сервисы опросов: Яндекс Формы, MyQuiz
7. Сервисы видеосвязи: Яндекс телемост, Webinar.ru
8. Сервис совместной работы над проектами для небольших групп Trello <http://www.trello.com>

#### 7.4.7. Цифровые технологии, применяемые при изучении дисциплины

№	Цифровые технологии выбрать нужное	Виды учебной работы, выполняемые с применением цифровой технологии
1.	Облачные технологии	Лекции Самостоятельная работа
2.	Большие данные	Лекции Самостоятельная работа

### 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

Наименование специальных* помещений и помещений для самостоятельной работы	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
Учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 2/32)	1. Жалюзи горизонтальные на три окна (инв. № 2101065486) 2. Интерактивная доска (инв. № 2101040205) 3. Системный комплект: процессор Intel Original LGA 1150, вентилятор Deepcool THETA 21, материнская плата ASUS H81M-K<S-1150 iH, память DDR3 4 Gd, жесткий диск 500 Gb, корпус MAXcase H4403, блок питания Aerocool 350W ( инв. № 21013400740) 4. Проектор Viewsonic PJD6243 DLP 3200 lumens XGA 3000:1 HDMI 3D 5. Наборы демонстрационного оборудования и учебно-наглядных пособий.	"1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).
Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации (Учебная лаборатория микробиологии) (г. Мичуринск, учхоз «Роща», 9/29)	1. Сушильный шкаф СМ 50/250-500-ШС (инв.№ 41013401713) 2. Весы электронные (инв.№2101040151) 3. Камера КБУ-1 СПУ мод 9001 бактерицидная ультрафиолетовая для хранения стерильных инструментов (инв. № 21013600786) 4. Колбонагреватель UT- 4100 ULAB (500мл+450 град) (инв.№ 21013600787) 5. Ультразвуковая мойка (ванна) Uitciean-3 DT (3 л) (инв.№ 21013600791) 6. Доска классная (инв.№ 41013602279) 7. Кресло офисное AV 204 PL МК ткань (инв.№ 41013602313) 8. Микроскоп медицинский Биомед 2 (инв.№ 41013401743, 41013401742, 41013401741, 41013401740, 41013401739, 41013401738, 41013401737, 41013401736, 41013401735, 41013401734, 41013401733, 41013401732, 41013401731, 41013401730, 41013401729, 41013401745, 41013401744)	1. Microsoft Windows 7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно). 2. Microsoft Office 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).



	<p>9. Настенный экран Lumien Master Picture 220-220 см (инв.№ 41013401708)</p> <p>10. Прибор для измерения (HI 2215-2 микропроцессорный рН/ С - метр с автоматической калибровкой и автотермокомпенсацией) (инв.№ 41013401712)</p> <p>11. Проектор NEC M361 X (инв.№ 41013401705)</p> <p>12. Системный комплект: Процессор Intel Original LGA 1155, вентилятор, материнская плата, память, жесткий диск, видеокарта, монитор, устройство для чтения карт памяти, привод, корпус, клавиатура, мышь (инв.№ 41013401698)</p> <p>13. Стол лабораторный химический (1200х600х750) столешн. пластик/каркас ал. профиль (инв.№ 41013602351, 41013602350, 41013602336, 41013602335, 41013602334, 41013602333, 41013602332, 41013602331, 4103602330, 41013602329, 41013602328, 41013602327, 41013602326, 41013602325, 41013602324, 41013602323, 41013602322)</p> <p>14. Шейкер-инкубатор ES- 20/60 с платформой P-16/250, BioSan, с держателем для 16 штук 250 мл колб/стак. BS-010135-СК (инв.№ 21013400713)</p> <p>15. Рефрактометр ИРФ-454Б2М с подсветкой и доп.шкалой. (инв.№ 41013401711)</p> <p>16. Ультротермостат (инв.№ 1101040311)</p> <p>17. Шкаф для хранения лабораторной посуды (800х450х1950) полки пластик/каркас ал. профиль с замком (инв. № 41013602357)</p>	
<p>Учебная аудитория для самостоятельной работы (г. Мичуринск, ул. Интернациональная, дом № 101, 3/239б)</p>	<p>1. Доска классная (инв. № 2101063508)</p> <p>2. Жалюзи (инв. № 2101062717)</p> <p>3. Жалюзи (инв. № 2101062716)</p> <p>4. Компьютер Celeron E3500, мат. плата ASUS, опер.память 2048Mb, монитор 19" АОС (инв.№ 2101045283, 2101045284, 2101045285)</p> <p>5. Компьютер Pentium-4 (инв.№ 2101042569)</p> <p>6. Моноблок iRU308 21.5 HD i3 3220/4Gb/500gb/GT630M 1Gb/DVDRW/MCR/DOS/WiFi/white/Web/ клавиатура, мышь (инв. № 21013400521, 21013400520)</p> <p>7. Компьютер Dual Core E 6500 (инв.№ 1101047186)</p>	<p>1. Microsoft Windows XP,7 (лицензия от 31.12.2013 № 49413124, бессрочно).</p> <p>2. Microsoft Office 2003, 2010 (лицензия от 04.06.2015 № 65291658, бессрочно).</p> <p>3. AutoCAD Design Suite Ultimate (договор от 17.04.2015 № 110000940282);</p> <p>4. nanoCAD (версия 5.1 локальная, образовательная лицензия, серийный номер NC50B-270716 лицензия действительна бессрочно,</p>

	8. Компьютер торнадо Core-2 (инв.№ 1101045116, 1101045118, 1101045117) 9. Экран на штативе (инв.№ 1101047182) Компьютерная техника подключена к сети «Интернет» и обеспечена доступом в ЭИОС университета.	бесплатная). 5. Программный комплекс «АСТ-Тест Plus» (лицензионный договор от 18.10.2016 № Л-21/16). 6. ГИС MapInfo Professional 15.0 для Windows для учебных заведений (лицензионный договор от 18.12.2015 №123/2015-у)
--	------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

Рабочая программа составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования РФ № 951 от 20.10.2021г.

**Авторы:**

доцент кафедры биотехнологии,  
 селекции и семеноводства  
 сельскохозяйственных культур,  
 кандидат биол. наук

Муратова С.А.

доцент кафедры биотехнологии,  
 селекции и семеноводства  
 сельскохозяйственных культур,  
 кандидат с.-х. наук

Белосохов Ф.Г.

**Рецензент:**

профессор кафедры агрохимии,  
 почвоведения и агроэкологии,  
 доктор сельскохозяйственных наук

Алиев Т. Г.-Г.

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур (протокол № 7 от 10 марта 2022 г.)

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии Плодоовощного института им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 7 от 21 марта 2022 г.)

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 7 от 24 марта 2022 года.

*Программа переработана и дополнена в соответствии с требованиями ФГТ*

Программа рассмотрена на заседании кафедры садоводства, биотехнологий и селекции сельскохозяйственных культур протокол № 11 от 13 июня 2023 г.

Программа рассмотрена на заседании учебно-методической комиссии института фундаментальных и прикладных агробиотехнологий им. И.В. Мичурина Мичуринского ГАУ (протокол № 11 от 19 июня 2023 г.)

Программа утверждена решением учебно-методического совета университета, протокол № 10 от 22 июня 2023 года.

