

Министерство науки и высшего образования РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф-Рабочая программа дисциплины		

**УТВЕРЖДЕНО**  
 решением Ученого совета института медицины,  
 экологии и физической культуры  
 от « 18 » мая 2022 г., протокол № 9/239

Председатель \_\_\_\_\_ /В.И. Мидленко/  
 (подпись)  
 « 18 » мая 2022 г.



### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Дисциплина	Энзимология
Факультет	Экологический
Кафедра	Биологии, экологии и природопользования
Курс	4

Направление (специальность) 06.03.01 «Биология (уровень бакалавриата)»  
код направления (специальности), полное наименование

Направленность (профиль/специализация) Биология клетки  
полное наименование

Форма обучения очная  
очная, заочная, очно-заочная

Дата введения в учебный процесс УлГУ: «01» сентября 2022 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 11 от 28.06.2023 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол № 9 от 28.06.2024 г.

Программа актуализирована на заседании кафедры: протокол №     от     20     г.

Сведения о разработчиках:

ФИО	Кафедра	Должность, ученая степень, звание
Михеева Наталья Александровна	Биологии, экологии и природопользования	Доцент, к.б.н., доцент

<b>СОГЛАСОВАНО</b>		
Заведующий выпускающей кафедрой биологии, экологии и природопользования		
	/ Слесарев С.М. /	
Подпись	ФИО	
« 18 »	05	2022 г.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## 1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

### **Цели освоения дисциплины:**

изучить фундаментальную роль ферментов (энзимов) в обмене веществ и энергии, молекулярных механизмах наследственности, регуляции и интеграции метаболических процессов в живых организмах.

### **Задачи освоения дисциплины:**

- ознакомление студентов с современными представлениями о структурной организации ферментов, механизмах ферментативного катализа, внутриклеточной локализации ферментов и их кинетических свойствах;
- регуляции активности ферментов *in vivo* и *in vitro*, использовании ферментов как эффективных биокатализаторов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Учебная дисциплина «Энзимология» включена в блок дисциплин по выбору Б1.В.1.ДВ.06.02 основной образовательной программы 06.03.01 «Биология». Осваивается на 4 курсе, 7 семестре.

Альтернативной дисциплиной является «Большой практикум».

Дисциплина базируется на знаниях и умениях, полученных при прохождении предшествующих дисциплин и практик: «Экология растений», «Экология животных», «Систематика животных», «Систематика растений», «Биогеография», «Охрана окружающей среды», «Экономика природопользования», «Ознакомительная практика (ботаника)», «Ознакомительная практика (зоология)», «Ознакомительная практика (систематика растений и животных)», «Проектная деятельность», «Практика по профилю профессиональной деятельности», «Научно-исследовательская работа».

Одновременно с дисциплиной «Энзимология» освоение ПК-1, ПК-4 осуществляется в курсах следующих дисциплин: «Клиническая гематология», «Физиология регуляторных систем», «Основы автоматизации клинической лаборатории», «Лабораторные методы исследования в биологии».

Дисциплина является предшествующей для преддипломной практики, подготовки к процедуре защиты и защиты выпускной квалификационной работы, подготовки к сдаче и сдачи государственного экзамена.

## 3. ПЕРЕЧЕНЬ ПЛАНИРУЕМЫХ РЕЗУЛЬТАТОВ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ, СООТНЕСЕННЫХ С ПЛАНИРУЕМЫМИ РЕЗУЛЬТАТАМИ ОСВОЕНИЯ ОСНОВНОЙ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ ПРОГРАММЫ

Изучение дисциплины «Энзимология» в рамках освоения образовательной программы направлено на формирование у обучающихся следующих общекультурных, общепрофессиональных и профессиональных компетенций:

Код и наименование реализуемой компетенции	Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций
ПК-1	способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ. <b>Знать:</b> методы анализа внутриклеточной локализации ферментов; <b>Уметь:</b> работать на современных аппаратах и оборудовании для вы-

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

	<p>полнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.</p> <p><b>Владеть:</b> навыками работы на современных аппаратах и оборудовании для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.</p>
ПК-4	<p>способность применять современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов.</p> <p><b>Знать:</b> значение статистической обработки данных при проведении исследовательских работ, современные методы обработки, анализа и синтеза производственной и лабораторной биологической информации, правила составления научно-технических проектов и отчетов.</p> <p><b>Уметь:</b> применять методы статистической обработки данных, самостоятельно работать с литературными источниками, осуществлять сбор данных, анализировать полученные результаты, факты, цифровые данные, делать обоснованные выводы, формулировать научные результаты работы и практические рекомендации.</p> <p><b>Владеть:</b> медико-биологической статистики, методами сравнения структур организма и установления биологических особенностей специфики организации клеток, тканей, органов; методами обработки анализа и синтеза производственной и лабораторной биоинформации; техникой написания научно-исследовательской работы.</p>

#### 4. ОБЩАЯ ТРУДОЕМКОСТЬ ДИСЦИПЛИНЫ

##### 4.1. Объем дисциплины в зачетных единицах (всего) 3

##### 4.2. Объем дисциплины по видам учебной работы (в часах) 108

Вид учебной работы	Количество часов (форма обучения: очная)	
	Всего по плану	В т.ч. по семестрам
		7
Контактная работа обучающихся с преподавателем в соответствии с УП	54	54
Аудиторные занятия:	54/18*	54/18*
лекции	-	-
семинары и практические занятия	-	-
лабораторные работы, практикумы	54/18*	54/18*
Самостоятельная работа	54	54
Форма текущего контроля знаний и контроля самостоятельной работы: тестирование, контр. работа, коллоквиум, реферат и др. (не менее 2 видов)		тестирование, собеседование
Курсовая работа	-	-
Виды промежуточной аттестации (экзамен, зачет)	зачет	зачет
Всего часов по дисциплине	108	108

*\*Интерактивные формы занятий*

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

### 4.3. Содержание дисциплины (модуля). Распределение часов по темам и видам учебной работы:

Форма обучения \_\_\_\_\_ очная \_\_\_\_\_

Название и разделов и тем	Всего	Виды учебных занятий				Самостоятельная работа	Форма текущего контроля знаний
		Аудиторные занятия					
		лекции	практические занятия, семинары	лабораторные работы	в т.ч. занятия в интерактивной форме		
1	2	3	4	5	6	7	
Краткие исторические сведения о развитии энзимологии. Возникновение понятия "ферментация"	8	-	-	4	-	4	тестирование, собеседование
Значение энзимологии. Биологическая роль ферментов. Практическое применение ферментов	8	-	-	4	-	4	тестирование, собеседование
Методы исследования ферментов. Методы очистки и выделения	8	-	-	4	4	4	тестирование, собеседование
Строение ферментов. Химическая природа ферментов	8	-	-	4	-	4	тестирование, собеседование
Механизм действия ферментов. Общее понятие о катализе	8	-	-	4	3	4	тестирование, собеседование
Строение активного центра и механизм действия рибонуклеазы. Общая характеристика рибонуклеаз. Строение и механизм действия лизоцима.	8	-	-	4	3	4	тестирование, собеседование
Никотинамиддинуклеотидные дегидрогеназы. Флавиновые ферменты. Пиридоксальные ферменты	10	-	-	5	-	5	тестирование, собеседование
Основные понятия ферментативной кинетики	10	-	-	5	-	5	тестирование, собеседование

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Влияние температуры и рН на скорость ферментативных реакций	10	-	-	5	3	5	тестирование, собеседование
Понятие "ингибитор", классификация ингибиторов	10	-	-	5	-	5	тестирование, собеседование
Регулирование активности ферментов	10	-	-	5	3	5	тестирование, собеседование
Номенклатура и классификация ферментов	10	-	-	5	2	5	тестирование, собеседование
ИТОГО	108/18*	0	0	54	18	54	
ВСЕГО	108/18*	0	0	54	18	54	

## 5. СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### Тема 1. Краткие исторические сведения о развитии энзимологии. Возникновение понятия "ферментация".

Открытие Кирхгофом ферментативного распада крахмала. Получение первых ферментативных препаратов. Возникновение представления о ферментах как катализаторах жизненных процессов. Дискуссия между Ю. Либихом и Л. Пастером о природе ферментативного действия. Опыты М. Манасеиной, братьев Бюхнеров и Л. Лебедева.

Последовательные этапы изучения химической природы ферментов, их физико-химических свойств и каталитического действия. Последние достижения в изучении ферментов. Значение работ отечественных учёных в развитии энзимологии.

### Тема 2. Значение энзимологии. Биологическая роль ферментов. Практическое применение ферментов.

Применение ферментов в диагностике болезней и в качестве лечебных средств. Молекулярные болезни. Использование ферментов в промышленности. Имобилизованные ферменты. Инженерная энзимология. Ферменты в сельском хозяйстве. Перспективы использования ферментов.

### Тема 3. Методы исследования ферментов. Методы очистки и выделения.

Значение очистки ферментов. Выбор источника для выделения ферментов. Методы очистки: диализ, тепловая денатурация, высаливание, адсорбционная, распределительная и ионообменная хроматография, фильтрация через гели, афинная хроматография, электрофорез. Получение кристаллических ферментов. Критерии чистоты ферментативных препаратов. Методы изучения ферментативной активности. Методы исследования ферментативного действия в живой клетке и в её отдельных структурных элементах. Способы выражения активности ферментов.

### Тема 4. Строение ферментов. Химическая природа ферментов.

Строение ферментов. Химическая природа ферментов. Молекулярные веса ферментов-белков. Одно- и двухкомпонентные ферменты. Коферменты и простетические группы, их важнейшие представители. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура ферментов. Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблема сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию, её важность для функционирования ферментов. Роль мультидоменной организации молекулы фермента, значение подвижности доменов в катализе. Активный центр, его строение и функция. Функциональные группы ферментов. Методы изучения строения активного центра. Зна-

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

чение пространственной структуры в формировании активного центра. Структурные основы реализации феномена индуцированного соответствия.

#### **Тема 5. Механизм действия ферментов. Общее понятие о катализе.**

Общее понятие о катализе. Снижение энергии активации у различных филогенетических групп организмов. Фермент-субстратный комплекс. Природа сил, стабилизирующих различные конформационные состояния системы фермент-субстрат. Доказательство образования фермент-субстратного комплекса. Типы катализа, используемые в ферментативных реакциях. Общий кислотно-основной катализ. Ковалентный катализ. Связывание субстрата в напряжённой конфигурации. Эффект сближения ориентации. Увеличение предэкспоненциального фактора в ферментативных реакциях. Особенности ферментативного действия.

#### **Тема 6. Строение активного центра и механизм действия рибонуклеазы.**

Общая характеристика рибонуклеаз. Строение и механизм действия лизоцима. Строение активного центра и механизм действия панкреатической рибонуклеазы. Общая характеристика рибонуклеаз. Реакции, катализируемые рибонуклеазой. Исследование активного центра рибонуклеазы. Механизм её действия. Строение и механизм действия лизоцима. Субстраты, на которые действует лизоцим. Гидролитическая и трансферазная активность лизоцима. Выяснение роли функциональных групп активного центра лизоцима. Возможные механизмы действия лизоцима.

#### **Тема 7. Никотинамиддинуклеотидные дегидрогеназы. Флавиновые ферменты. Пиридоксальные ферменты.**

Механизм действия никотинамиддинуклеотидных дегидрогеназ. Типы, катализируемых реакций. Роль кофермента и белковой части. Химическая природа единиц, переносимых при окислении субстрата. Представление о никотинамиддинуклеотидных, как о специализированных субстратах. Типичные реакции дегидрогенизации, катализируемые флавинопротеидами. Механизм действия флавиновых дегидрогеназ. Полувосстановленные флавины. Комплексы металлов с флавинами. Реакции восстановленных флавинов с кислородом. Аспаратаминотрансфераза. Рацемизация, декарбоксилирование и процессы, связанные с превращениями в аминокислотных заместителях, специфичность действия пиридоксальных ферментов и свойств их кислотно-основных центров.

#### **Тема 8. Основные понятия ферментативной кинетики.**

Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации фермента и субстрата. Значение изучения кинетики ферментативных реакций. Основные понятия ферментативной кинетики. Скорость реакции. Закон действия масс. Константы скорости реакции. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации фермента и субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен и его анализ. Понятие константы Михаэлиса и максимальной скорости, их значение при исследовании механизма ферментативных реакций, методы их определения. Механизмы двух субстратных реакций.

#### **Тема 9. Влияние температуры и рН на скорость ферментативных реакций.**

Энергия активации. Изменение свободной энергии для реакций различных типов. Определение энергии активации для отдельных стадий преобразования и распада фермент-субстратного комплекса. Термодинамические характеристики ферментативной реакции и фермент-субстратного комплекса. Определение изменения свободной энергии, энтальпии и энтропии. Важность определения этих величин для понимания сущности процесса активации, механизма каталитического действия ферментов. Кривая, выражающая зависимость скорости реакции от рН. Оптимальная концентрация водородных ионов. Возможные механизмы влияния рН на активность ферментов. Значение исследования влияния рН на скорость ферментативных реакций. Определение констант диссоциации ионогенных групп активного центра ферментов.

#### **Тема 10. Понятие "ингибитор", классификация ингибиторов.**

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

Кинетика ингибирования ферментов. Понятие ингибитор, классификация ингибиторов. Обратимые конкурентные и неконкурентные ингибиторы. Необратимые ингибиторы. Определение констант ингибирования. Ингибирование субстратом и продуктами реакции.

#### **Тема 11. Регулирование активности ферментов.**

Аллостерическая регуляция. Кинетика действия аллостерических ферментов. Объяснение аллостерического эффекта на молекулярном уровне. Роль гормонов и цАМФ. Ковалентная модификация ферментов. Роль субклеточных структур в регуляции действия ферментов. Проферменты. Обратимость действия ферментов. Изоферменты. Ферментные системы.

#### **Тема 12. Номенклатура и классификация ферментов.**

Номенклатура и классификация ферментов. Принципы современной классификации и номенклатура ферментов. Характеристика основных классов ферментов, их подклассов и подподклассов.

### **6. ТЕМЫ ПРАКТИЧЕСКИХ И СЕМИНАРСКИХ ЗАНЯТИЙ**

Данный вид работы не предусмотрен УП.

### **7. ЛАБОРАТОРНЫЕ РАБОТЫ, ПРАКТИКУМЫ**

**Тема 1. Краткие исторические сведения о развитии энзимологии. Возникновение понятия "ферментация".**

**Вопросы к теме:**

1. Открытие Кирхгофом ферментативного распада крахмала.
2. Получение первых ферментативных препаратов.
3. Возникновение представления о ферментах как катализаторах жизненных процессов.
4. Дискуссия между Ю. Либихом и Л. Пастером о природе ферментативного действия.
5. Опыты М. Манасеиной, братьев Бюхнеров и Л. Лебедева.
6. Последовательные этапы изучения химической природы ферментов, их физико-химических свойств и каталитического действия.
7. Последние достижения в изучении ферментов. Значение работ отечественных учёных в развитии энзимологии.

**Тема 2. Значение энзимологии. Биологическая роль ферментов. Практическое применение ферментов.**

**Вопросы к теме:**

1. Применение ферментов в диагностике болезней и в качестве лечебных средств.
2. Молекулярные болезни.
3. Использование ферментов в промышленности.
4. Имобилизованные ферменты.
5. Инженерная энзимология.
6. Ферменты в сельском хозяйстве.
7. Перспективы использования ферментов.

**Тема 3. Методы исследования ферментов. Методы очистки и выделения. Форма проведения - лабораторное занятие с решением ситуационных задач.**

**Вопросы к теме:**

1. Значение очистки ферментов.
2. Выбор источника для выделения ферментов.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

3. Методы очистки: диализ, тепловая денатурация, высаливание, адсорбционная, распределительная и ионообменная хроматография, фильтрация через гели, афинная хроматография, электрофорез.
4. Получение кристаллических ферментов.
5. Критерии чистоты ферментативных препаратов.
6. Методы изучения ферментативной активности.
7. Методы исследования ферментативного действия в живой клетке и в её отдельных структурных элементах.
8. Способы выражения активности ферментов.

#### **Тема 4. Строение ферментов. Химическая природа ферментов.**

##### **Вопросы к теме:**

1. Строение ферментов.
2. Химическая природа ферментов.
3. Молекулярные массы ферментов-белков.
4. Одно- и двухкомпонентные ферменты.
5. Коферменты и простетические группы, их важнейшие представители.
6. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура ферментов.
7. Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблема сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию, её важность для функционирования ферментов.
8. Роль мультидоменной организации молекулы фермента, значение подвижности доменов в катализе.
9. Активный центр, его строение и функция.
10. Функциональные группы ферментов.
11. Методы изучения строения активного центра.
12. Значение пространственной структуры в формировании активного центра.
13. Структурные основы реализации феномена индуцированного соответствия.

#### **Тема 5. Механизм действия ферментов. Общее понятие о катализе. Форма проведения - лабораторное занятие с решением ситуационных задач.**

##### **Вопросы к теме:**

1. Общее понятие о катализе.
2. Снижение энергии активации у различных филогенетических групп организмов.
3. Фермент-субстратный комплекс.
4. Природа сил, стабилизирующих различные конформационные состояния системы фермент-субстрат.
5. Доказательство образования фермент-субстратного комплекса.
6. Типы катализа, используемые в ферментативных реакциях.
7. Общий кислотно-основной катализ.
8. Ковалентный катализ.
9. Связывание субстрата в напряжённой конфигурации.
10. Эффект сближения ориентации.
11. Увеличение предэкспоненциального фактора в ферментативных реакциях.
12. Особенности ферментативного действия.

#### **Тема 6. Строение активного центра и механизм действия рибонуклеазы. Форма проведения - лабораторное занятие с решением ситуационных задач.**

##### **Вопросы к теме:**

1. Общая характеристика рибонуклеаз.
2. Строение и механизм действия лизоцима.
3. Строение активного центра и механизм действия панкреатической рибонуклеазы. Общая характеристика рибонуклеаз.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

4. Реакции, катализируемые рибонуклеазой.
5. Исследование активного центра рибонуклеазы. Механизм её действия.
6. Строение и механизм действия лизоцима. Субстраты, на которые действует лизоцим.
7. Гидролитическая и трансферазная активность лизоцима. Выяснение роли функциональных групп активного центра лизоцима. Возможные механизмы действия лизоцима.

**Тема 7. Никотинамиддинуклеотидные дегидрогеназы. Флавиновые ферменты. Пиридоксальные ферменты.**

**Вопросы к теме:**

1. Механизм действия никотинамиддинуклеотидных дегидрогеназ. Типы, катализируемых реакций.
2. Роль кофермента и белковой части.
3. Химическая природа единиц, переносимых при окислении субстрата.
4. Представление о никотинамиддинуклеотидных, как о специализированных субстратах.
5. Типичные реакции дегидрогенизации, катализируемые флавинопротеидами.
6. Механизм действия флавиновых дегидрогеназ.
7. Полувосстановленные флавины.
8. Комплексы металлов с флавинами.
9. Реакции восстановленных флавинов с кислородом.
10. Аспаратаминотрансфераза.
11. Рацемизация, декарбоксилирование и процессы, связанные с превращениями в аминокислотных заместителях, специфичность действия пиридоксальных ферментов и свойств их кислотно-основных центров.

**Тема 8. Основные понятия ферментативной кинетики.**

**Вопросы к теме:**

1. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации фермента и субстрата.
2. Значение изучения кинетики ферментативных реакций.
3. Основные понятия ферментативной кинетики.
4. Скорость реакции. Закон действия масс. Константы скорости реакции.
5. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации фермента и субстрата.
6. Уравнение Михаэлиса-Ментен и его анализ. Понятие константы Михаэлиса и максимальной скорости, их значение при исследовании механизма ферментативных реакций, методы их определения. Механизмы двух субстратных реакций.

**Тема 9. Влияние температуры и pH на скорость ферментативных реакций. Форма проведения - лабораторное занятие с решением ситуационных задач.**

**Вопросы к теме:**

1. Энергия активации.
2. Изменение свободной энергии для реакций различных типов.
3. Определение энергии активации для отдельных стадий преобразования и распада фермент-субстратного комплекса.
4. Термодинамические характеристики ферментативной реакции и фермент-субстратного комплекса. Определение изменения свободной энергии, энтальпии и энтропии.
5. Важность определения этих величин для понимания сущности процесса активации, механизма каталитического действия ферментов.
6. Кривая, выражающая зависимость скорости реакции от pH.
7. Оптимальная концентрация водородных ионов. Возможные механизмы влияния pH на активность ферментов.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

8. Значение исследования влияния рН на скорость ферментативных реакций.
9. Определение констант диссоциации ионогенных групп активного центра ферментов.

**Тема 10. Понятие "ингибитор", классификация ингибиторов.**

**Вопросы к теме:**

1. Кинетика ингибирования ферментов.
2. Понятие ингибитор, классификация ингибиторов.
3. Обратимые конкурентные и неконкурентные ингибиторы.
4. Необратимые ингибиторы.
5. Определение констант ингибирования.
6. Ингибирование субстратом и продуктами реакции.

**Тема 11. Регулирование активности ферментов. Форма проведения - лабораторное занятие с решением ситуационных задач.**

**Вопросы к теме:**

1. Аллостерическая регуляция.
2. Кинетика действия аллостерических ферментов.
3. Объяснение аллостерического эффекта на молекулярном уровне.
4. Роль гормонов и цАМФ.
5. Ковалентная модификация ферментов.
6. Роль субклеточных структур в регуляции действия ферментов.
7. Проферменты.
8. Обратимость действия ферментов.
9. Изоферменты.
10. Ферментные системы.

**Тема 12. Номенклатура и классификация ферментов. Форма проведения - лабораторное занятие с решением ситуационных задач.**

**Вопросы к теме:**

1. Номенклатура и классификация ферментов.
2. Принципы современной классификации и номенклатура ферментов.
3. Характеристика основных классов ферментов, их подклассов и подподклассов.

**8. ТЕМАТИКА КУРСОВЫХ, КОНТРОЛЬНЫХ РАБОТ, РЕФЕРАТОВ**

Данный вид работы не предусмотрен УП

**9. ПЕРЕЧЕНЬ ВОПРОСОВ К ЗАЧЕТУ**

1. Химическая природа ферментов. Молекулярная масса ферментных белков. Одно- и двухкомпонентные ферменты. Коферменты и простетические группы, их важнейшие представители.
2. Краткие исторические сведения о развитии энзимологии.
3. Термодинамические характеристики ферментативной реакции. Определение изменения свободной энергии, энтальпии и энтропии. Значение этих величин для понимания действия ферментов.
4. Различные уровни структурной организации ферментов и значение их для ферментативной активности.
5. Краткие исторические сведения о развитии энзимологии (4 этап).
6. Химическая иммобилизация ферментов.
7. Активный центр ферментов, его строение и функция. Методы изучения строения активного центра.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

8. Последние достижения в изучении ферментов. Значение работ отечественных ученых в развитии энзимологии.
9. Физическая иммобилизация ферментов.
10. Значение третичной структуры в формировании активного центра. Гипотеза Кошланда об индуцированном структурном соответствии.
11. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Уравнение
12. Михаэлиса-Ментена и его анализ.
13. Класс лиаз.
14. Общее представление о механизме действия ферментов. Общее понятие о катализе. Снижение энергии активности при ферментативном катализе. Энергия активации в различных филогенетических групп организмов.
15. Биологическая роль ферментов.
16. Класс гидролаз.
17. Фермент-субстратный комплекс. Связи, участвующие в его образовании. Доказательства образования фермент-субстратного комплекса.
18. Значение изучения кинетики ферментативных реакций. Основные понятия ферментативной кинетики. Скорость реакции. Закон действия масс. Константа скорости реакции.
19. Класс лигаз.
20. Общий кислотно-основной катализ. Ковалентный катализ. Связывание субстрата в "напряженной конфигурации". Эффект сближения и ориентации.
21. Энергия активации. Изменение свободной энергии для реакции различных типов.
22. Определение энергии активации для отдельных стадий преобразования и распада фермент-субстратного комплекса.
23. Получение кристаллических препаратов ферментов. Критерий чистоты ферментативных препаратов.
24. Особенности ферментативного действия.
25. Понятие константы Михаэлиса и максимальной скорости, их значения при исследовании механизма ферментативных реакций, методы их определения.
26. Класс изомераз.
27. Общая характеристика нуклеаз. Реакции, катализируемые рибонуклеазами.
28. Механизмы двухсубстратных ферментативных реакций.
29. Преимущество иммобилизованных ферментов. Носители, применяемые для иммобилизации ферментов.
30. Обратимые конкурентные ингибиторы.
31. Специфичность действия ферментов.
32. Изоферменты. Ферментная система.
33. Строение активного центра и механизм гидролитического действия лизоцима.
34. Ингибирование ферментативной реакции субстратом и продуктами.
35. Правила работы с ферментами. Хранение ферментных препаратов.
36. Трансферазная функция лизоцима.
37. Влияние температуры на скорость ферментативных реакций.
38. Методы исследования ферментативного действия в живой клетке и ее отдельных структурных элементах.
39. Типы реакций катализируемых никотинамиддинуклеотидными дегидрогеназами. Роль кофермента и белковой части.
40. Понятия "ингибитор", классификация ингибиторов.
41. Использование иммобилизованных ферментов в биотехнологии.
42. Строение активного центра и механизм действия флавиновых ферментов.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

43. Применение ферментов в медицине. "Молекулярные" болезни.
44. Класс оксидоредуктаз.
45. Стереохимическая специфичность действия ферментов.
46. Обратимые неконкурентные ингибиторы. Определение констант ингибирования.
47. Методы очистки ферментов.
48. Ковалентная модификация ферментов. Проферменты
49. Влияние концентрации водородных ионов на скорость ферментативных реакций.
50. Определение констант диссоциации ионогенных групп активного центра.
51. Методы изучения ферментативной активности.
52. Аллостерическая регуляция активности ферментов
53. Использование ферментов в промышленности.
54. Класс трансферраз.
55. Роль гормонов в регуляции активности ферментов.
56. Значение исследования рН на скорость ферментативных реакций. Возможные механизмы этого влияния.
57. Имобилизованные ферменты.
58. Общее представление о механизме действия ферментов.
59. Роль субклеточных культур в регуляции действия ферментов. Обратимость действия ферментов. Антиферменты.
60. Ферменты в сельском хозяйстве. Инженерная энзимология. Перспективы использования ферментов.

## 10. САМОСТОЯТЕЛЬНАЯ РАБОТА ОБУЧАЮЩИХСЯ

Форма обучения          очная         

Название разделов и тем	Вид самостоятельной работы (проработка учебного материала, решение задач, реферат, доклад, контрольная работа, подготовка к сдаче зачета, экзамена и др.)	Объем в часах	Форма контроля (проверка решения задач, реферата и др.)
Краткие исторические сведения о развитии энзимологии. Возникновение понятия "ферментация"	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	4	собеседование
Значение энзимологии. Биологическая роль ферментов. Практическое применение ферментов	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	4	собеседование
Методы исследования ферментов. Методы очистки и выделения	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	4	собеседование
Строение ферментов. Химическая природа ферментов	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	5	собеседование
Механизм действия ферментов. Общее понятие о катали-	проработка учебного материала, подготовка к	5	собеседование

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

зе	сдаче зачета		
Строение активного центра и механизм действия рибонуклеазы. Общая характеристика рибонуклеаз. Строение и механизм действия лизоцима.	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	5	собеседование
Никотинамиддинуклеотидные дегидрогеназы. Флавиновые ферменты. Пиридоксальные ферменты	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	5	собеседование
Основные понятия ферментативной кинетики	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	5	собеседование
Влияние температуры и pH на скорость ферментативных реакций	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	5	собеседование
Понятие "ингибитор", классификация ингибиторов	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	5	собеседование
Регулирование активности ферментов	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	5	собеседование
Номенклатура и классификация ферментов	проработка учебного материала, подготовка к сдаче зачета	5	собеседование

## 11. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### а) Список рекомендуемой литературы:

#### основная литература

1. Плакунов, В. К. Основы энзимологии / В. К. Плакунов. — Москва : Логос, 2011. — 127 с. — ISBN 5-94010-027-9. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/70702.html>
2. Северин, Е. С. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-3762-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html>

#### дополнительная литература

1. Андрусенко, С. Ф. Медицинская энзимология : практикум / С. Ф. Андрусенко, Е. В. Денисова. — Ставрополь : Северо-Кавказский федеральный университет, 2018. — 145 с. — ISBN 2227-8397. — Текст : электронный // Электронно-библиотечная система IPR BOOKS : [сайт]. — URL: <http://www.iprbookshop.ru/92562.html>
2. Губарева, А. Е. Биологическая химия. Ситуационные задачи и тесты : учеб. пособие / А. Е. Губарева [и др.] ; под ред. А. Е. Губаревой. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 528 с. - ISBN 978-5-9704-3561-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант"

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435618.html>

- Северин, С. Е. Биологическая химия с упражнениями и задачами : учебник / под ред. С. Е. Северина. - 3-е изд. , стереотипное. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 624 с. - ISBN 978-5-9704-3971-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970439715.html>

**учебно-методическая:**

- Михеева Н. А. Методические указания к лабораторным занятиям и самостоятельной работе студентов по дисциплине «Энзимология» для направления бакалавриата 06.03.01 Биология экологического факультета ИМЭиФК УлГУ / Н. А. Михеева. - Ульяновск : УлГУ, 2019. - Неопубликованный ресурс. - Электрон. текстовые дан. (1 файл : 406 КБ). - Текст : электронный. <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Download/MObject/8285>

Согласовано:

Начальник отдела НБ УлГУ / Окунева И. А. /  /   
 Должность сотрудника НБ                      ФИО                      подпись                      дата

**б) Программное обеспечение :**

- ОС MicrosoftWindows
- MicrosoftOffice 2016
- «МойОфис Стандартный»
- StatisticaBasicAcademicforWindows 13

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## в) профессиональные базы данных, информационно-справочные системы

### 1. Электронно-библиотечные системы:

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. - URL: <http://www.iprbookshop.ru>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство ЮРАЙТ. - Москва, [2022]. - URL: <https://urait.ru>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг. - Москва, [2022]. - URL: <https://www.rosmedlib.ru>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.4. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Букап. - Томск, [2022]. - URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.5. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС Лань. - Санкт-Петербург, [2022]. - URL: <https://e.lanbook.com>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.6. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Знаниум. - Москва, [2022]. - URL: <http://znanium.com>. - Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.7. Clinical Collection : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. - URL: <http://web.b.ebscohost.com/ehost/search/advanced?vid=1&sid=9f57a3e1-1191-414b-8763-e97828f9f7e1%40sessionmgr102>. - Режим доступа : для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

1.8. База данных «Русский как иностранный» : электронно-образовательный ресурс для иностранных студентов : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2022]. - URL: <https://ros-edu.ru>. - Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. /ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2022].

### 3. Базы данных периодических изданий:

3.1. База данных периодических изданий EastView : электронные журналы / ООО ИВИС. - Москва, [2022]. - URL: <https://dlib.eastview.com/browse/udb/12>. - Режим доступа : для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

3.2. eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека : сайт / ООО Научная Электронная Библиотека. - Москва, [2022]. - URL: <http://elibrary.ru>. - Режим доступа : для авториз. пользователей. - Текст : электронный

3.3. Электронная библиотека «Издательского дома «Гребенников» (Grebinnikon) : электронная библиотека / ООО ИД Гребенников. - Москва, [2022]. - URL: <https://id2.action-media.ru/Personal/Products>. - Режим доступа : для авториз. пользователей. - Текст : электронный.

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. - Москва, [2022]. - URL: <https://нэб.рф>. - Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. - Текст : электронный.

**5. SMART Imagebase** : научно-информационная база данных EBSCO // EBSCOhost : [портал]. - URL: <https://ebSCO.smartimagebase.com/?TOKEN=EBSCO>

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

[1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741](http://1a2ff8c55aa76d8229047223a7d6dc9c&custid=s6895741). – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Изображение : электронные.

#### **6. Федеральные информационно-образовательные порталы:**

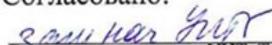
6.1. Единое окно доступа к образовательным ресурсам : федеральный портал . – URL: <http://window.edu.ru/> . – Текст : электронный.

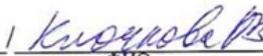
6.2. Российское образование : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

#### **7. Образовательные ресурсы УлГУ:**

7.1. Электронная библиотечная система УлГУ : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Согласовано:

  
Должность сотрудника УИТИТ

  
ФИО

 19.04.22  
Подпись дата

## **12. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ:**

Аудитории для проведения лекций, лабораторных занятий, для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации.

Аудитории укомплектованы специализированной мебелью, учебной доской. Аудитории для проведения лекций оборудованы мультимедийным оборудованием для предоставления информации большой аудитории. Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде, электронно-библиотечной системе.

Перечень оборудования, используемого в учебном процессе:

- ноутбук
- мультимедийный проектор

## **13. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ**

В случае необходимости, обучающимся из числа лиц с ограниченными возможностями здоровья (по заявлению обучающегося) могут предлагаться одни из следующих вариантов восприятия информации с учетом их индивидуальных психофизических особенностей:

- для лиц с нарушениями зрения: в печатной форме увеличенным шрифтом; в форме электронного документа; в форме аудиофайла (перевод учебных материалов в аудиоформат); в печатной форме на языке Брайля; индивидуальные консультации с привлечением тифлосурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями слуха: в печатной форме; в форме электронного документа; видеоматериалы с субтитрами; индивидуальные консультации с привлечением сурдопереводчика; индивидуальные задания и консультации;
- для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата: в печатной форме; в форме электронного документа; в форме аудиофайла; индивидуальные задания и консультации.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

В случае необходимости использования в учебном процессе частично/исключительно дистанционных образовательных технологий, организация работы ППС с обучающимися с ОВЗ и инвалидами предусматривается в электронной информационно-образовательной среде с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

Разработчики:



подпись

доцент

должность

Михеева Н.А.

ФИО

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ**  
на 2023–2024 учебный год

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения</b>	<b>ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1.	Внесение изменений в п.п. в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» с оформлением приложения 1.	Слесарев С. М.		28.06.2023 г.



Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

**ЛИСТ ИЗМЕНЕНИЙ**  
на 2024–2025 учебный год

<b>№ п/п</b>	<b>Содержание изменения или ссылка на прилагаемый текст изменения</b>	<b>ФИО заведующего кафедрой, реализующей дисциплину/ выпускающей кафедрой</b>	<b>Подпись</b>	<b>Дата</b>
1.	Внесение изменений в п.п. в) Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы п. 11 «Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины» с оформлением приложения 1.	Слесарев С. М.		28.06.2024 г.

Министерство образования и науки РФ Ульяновский государственный университет	Форма	
Ф - Рабочая программа дисциплины		

## Приложение 1

### *Профессиональные базы данных, информационно-справочные системы*

#### **1. Электронно-библиотечные системы:**

1.1. Цифровой образовательный ресурс IPRsmart : электронно-библиотечная система : сайт / ООО Компания «Ай Пи Ар Медиа». - Саратов, [2024]. – URL: <http://www.iprbookshop.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.2. Образовательная платформа ЮРАЙТ : образовательный ресурс, электронная библиотека : сайт / ООО Электронное издательство «ЮРАЙТ». – Москва, [2024]. - URL: <https://urait.ru> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

1.3. База данных «Электронная библиотека технического ВУЗа (ЭБС «Консультант студента») : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Политехресурс». – Москва, [2024]. – URL: <https://www.studentlibrary.ru/cgi-bin/mb4x>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.4. Консультант врача. Электронная медицинская библиотека : база данных : сайт / ООО «Высшая школа организации и управления здравоохранением-Комплексный медицинский консалтинг». – Москва, [2024]. – URL: <https://www.rosmedlib.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.5. Большая медицинская библиотека : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Букап». – Томск, [2024]. – URL: <https://www.books-up.ru/ru/library/> . – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.6. ЭБС Лань : электронно-библиотечная система : сайт / ООО ЭБС «Лань». – Санкт-Петербург, [2024]. – URL: <https://e.lanbook.com>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст : электронный.

1.7. ЭБС Znanium.com : электронно-библиотечная система : сайт / ООО «Знаниум». - Москва, [2024]. - URL: <http://znanium.com> . – Режим доступа : для зарегистрир. пользователей. - Текст : электронный.

**2. КонсультантПлюс** [Электронный ресурс]: справочная правовая система. / ООО «Консультант Плюс» - Электрон. дан. - Москва : КонсультантПлюс, [2024].

**3. eLIBRARY.RU**: научная электронная библиотека : сайт / ООО «Научная Электронная Библиотека». – Москва, [2024]. – URL: <http://elibrary.ru>. – Режим доступа : для авториз. пользователей. – Текст : электронный

**4. Федеральная государственная информационная система «Национальная электронная библиотека»** : электронная библиотека : сайт / ФГБУ РГБ. – Москва, [2024]. – URL: <https://нэб.рф>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

**5. Российское образование** : федеральный портал / учредитель ФГАУ «ФИЦТО». – URL: <http://www.edu.ru>. – Текст : электронный.

**6. Электронная библиотечная система УлГУ** : модуль «Электронная библиотека» АБИС Мега-ПРО / ООО «Дата Экспресс». – URL: <http://lib.ulsu.ru/MegaPro/Web>. – Режим доступа : для пользователей научной библиотеки. – Текст : электронный.

Инженер ведущий



Щуренко Ю.В.

2024