



МИНОБРНАУКИ РОССИИ
федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«ИРКУТСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
ФГБОУ ВО «ИГУ»
Кафедра биохимии, молекулярной биологии и генетики

УТВЕРЖДАЮ

Декан биолого-почвенного факультета
А. Н. Матвеев

« 16 »

05 2022 г.



Рабочая программа дисциплины

Наименование дисциплины: Б1.В.3 «**МОЛЕКУЛЯРНЫЕ ОСНОВЫ ДЕЙСТВИЯ ФЕРМЕНТОВ**»

Направление подготовки: 06.03.01 «Биология»

Направленность (профиль) подготовки: «Биохимия»

Квалификация выпускника: Бакалавр

Форма обучения: очная с элементами электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

Согласовано с УМК биолого-почвенного факультета

Протокол № 6 от «16» 05 2022 г.

Председатель А. Н. Матвеев

Рекомендовано кафедрой:

Протокол № 8

От «06» 05 2022 г.

Зав. кафедрой С.В. Осипова

Иркутск 2022 г.

Содержание

	стр.
I. Цель и задачи дисциплины	3
II. Место дисциплины в структуре ОПОП	3
III. Требования к результатам освоения дисциплины	3
IV. Содержание и структура дисциплины	5
4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов	5
4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине	8
4.3 Содержание учебного материала	11
4.3.1 Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ	13
4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение в рамках самостоятельной работы студентов	15
4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов	16
4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов)	16
V. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	16
а) перечень литературы	16
б) периодические издания	17
в) список авторских методических разработок	17
г) базы данных, поисково-справочные и информационные системы.....	17
VI. Материально-техническое обеспечение дисциплины	17
6.1. Учебно-лабораторное оборудование	17
6.2. Программное обеспечение	18
6.3. Технические и электронные средства обучения	19
VII. Образовательные технологии	19
VIII. Оценочные материалы для текущего контроля и промежуточной аттестации	20

I. Цель и задачи дисциплины:

Цель: формирование представлений об основах ферментативного катализа, молекулярных механизмах действия ферментов и применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач.

Задачи:

- получение знаний о формировании пространственной структуры ферментов.
- формирование представлений о механизме действия ферментов.
- изучение основных принципов и путей регуляции ферментативной активности.

II. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

2.1. Учебная дисциплина Б1.В.3 «Молекулярные основы действия ферментов» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

2.2. Для изучения данной учебной дисциплины необходимы знания, умения и навыки, формируемые предшествующими дисциплинами: Биохимия, Общая биология, Биохимия растений, Молекулярная биология.

2.3. Перечень последующих учебных дисциплин, для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной: Биохимические методы исследования, Большой практикум по профилю, Биохимия мембран, Структура, функции и синтез белков, Основные метаболические пути и их регуляция, выполнение ВКР.

III. ТРЕБОВАНИЯ К РЕЗУЛЬТАТАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Процесс освоения дисциплины направлен на формирование компетенции в соответствии с ФГОС ВО и ОП ВО по данному направлению подготовки 06.03.01 «Биология», профиль «Биохимия»:

ПК-1: Способен применять на практике теоретические основы и базовые методы биологической химии, генетики, молекулярной биологии, физиологии и биотехнологии растений.

Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с индикаторами достижения компетенций

Компетенция	Индикаторы компетенций	Результаты обучения
ПК-1 Способен применять на практике теоретические основы и базовые методы биологической химии, генетики, молекулярной биологии, физиологии и биотехнологии растений	ИДК ПК 1.1 Знает теоретические основы биологической химии, генетики, молекулярной биологии, биотехнологии и физиологии растений, базовых методов исследований.	Знать: - принципы и особенности ферментативного катализа; - закономерности формирования нативной структуры фермента; - классификацию и номенклатуру ферментов; - механизмы действия ферментов; - пути регуляции ферментативной активности; Уметь: - использовать знание энзимологии для объяснения особенностей физиологических процессов в живых организмах, Владеть: - основной терминологией современной энзимологии. - навыками поиска необходимой информации по изучаемой дисциплине с использованием современных информационных технологий
	ИДК ПК 1.2	Знать: - принципы и особенности

	<p>Умеет применять биохимические и молекулярно-биологические методы исследований для изучения биологических объектов.</p>	<p>ферментативного катализа; - методы очистки и количественной оценки ферментов; - практическую значимость энзимологии. Уметь: - использовать базовые знания энзимологии для объяснения экспериментальных результатов. Владеть: - навыками поиска необходимой информации по изучаемой дисциплине с использованием современных информационных технологий</p>
--	---	---

IV. СОДЕРЖАНИЕ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единицы, 108 часов, в том числе 0,72 зачетных единицы, 26 часов на экзамен. Из них реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий 32 часа.

Форма промежуточной аттестации: экзамен.

4.1 Содержание дисциплины, структурированное по темам, с указанием видов учебных занятий и отведенного на них количества академических часов

№ п/п	Раздел дисциплины/тема	Семестр	Всего часов	Из них практическая подготовка обучающихся	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу обучающихся, практическую подготовку и трудоемкость (в часах)				Форма текущего контроля успеваемости/ Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
					Контактная работа преподавателя с обучающимися			Самостоятельная работа	
					Лекция	Семинар/ Практическое, лабораторное занятие/	Консультация		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Раздел 1. Введение. Энзимология	6	1,5		0,5	-	-	1	Устный опрос
2	Раздел 2. Структурная организация ферментов и её формирование. Тема 2.1. Пространственная структура ферментов.	6	4		1	2	-	1	Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование
3	Тема 2.2. Механизмы формирования пространственной структуры белков.	6	6		2	3	-	1	контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией

									тестирование, решение задач
4	Тема 2.3. Активный центр ферментов.	6	2,5		0,5	1	-	1	контрольные вопросы, дискуссия, письменный опрос
5	Тема 2.4. Изоферменты, зимогены и мультиферменты.	6	4		1	2	-	1	тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия
6	Тема 2.5. Коферменты и простетические группы.	6	5,5		1,5	3	-	1	Письменный опрос, решение учебных и проблемных задач
7	Раздел 3. Общие представления о механизме действия ферментов. Тема 3.1. Взаимодействие фермента с субстратом.	6	2,5		0,5	1	-	1	Устный опрос, тестирование
8	Тема 3.2. Типы катализа, используемые ферментами.	6	2,5		0,5	1	-	1	Устный опрос, тестирование
9	Тема 3.3. Ковалентный катализ.	6	6		2	3	-	1	письменный опрос, контрольные вопросы, дискуссия
10	Тема 3.4. Кинетика ферментативных реакций.	6	2,5		0,5	1	-	1	тестирование, дискуссия, устный опрос
11	Раздел 4. Свойства ферментов. Тема 4.1. Специфичность действия ферментов.	6	5		1	3	-	1	контрольные вопросы, решение учебных и проблемных задач, дискуссия

12	Тема 4.2. Ингибиторы и активаторы ферментов.	6	5		1	3	-	1	тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия
13	Раздел 5. Классификация ферментов. Тема 5.1 Принципы классификации ферментов.	6	1		-	-	-	1	письменный опрос, тестирование
14	Тема 5.2 Характеристика отдельных классов ферментов.	6	2		-	1	-	1	Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование
15	Раздел 6. Механизмы регуляции активности ферментов. Тема 6.1. Аллостерическая регуляция активности ферментов.	6	5		1	3	-	1	контрольные вопросы, дискуссия письменный и устный опросы
16	Тема 6.2. Регуляция ферментативной активности.	6	4		1	2	-	1	тестирование, решение учебных и проблемных задач
17	Раздел 7. Методы очистки и определения активности ферментов. Тема 7.1. Методы очистки	6	3		1	-	-	2	контрольные вопросы, дискуссия
18	Тема 7.2. Методы определения активности ферментов.	6	2,5		0,5	1	-	1	тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия
19	Раздел 8. Практическое использование ферментов. Тема 8.1. Ферменты – маркеры и их использование в медицине и научных исследованиях.	6	3,5		0,5	2	-	1	контрольные вопросы, дискуссия устный опрос

20	Тема 8.2. Применение ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.	6	5	2	-	-	2	1	Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование
----	---	---	---	---	---	---	---	---	--

4.2 План внеаудиторной самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Раздел 1. Введение. Энзимология	Подготовка к практическому занятию с использованием конспекта лекции и рекомендуемой литературы	Указываем неделю	1	устный опрос	V а) 1 (1-3)
6	Раздел 2. Структурная организация ферментов и её формирование. Темы 2.1 - 2.5	Подготовка к практическим занятиям с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы с изучением теоретического материала по вопросам: Пространственная структура ферментов. Механизмы формирования пространственной структуры белков. Активный центр ферментов. Изоферменты, зимогены и мультиферменты. Коферменты и простетические группы	Указываем неделю	5	Контрольные вопросы, устный опрос, письменный опрос, тестирование, решение задач, тестирование	V а) 1 (1-3)
6	Раздел 3. Общие представления о механизме действия ферментов. Темы 3.1 – 3.4.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы с изучением теоретического материала по вопросам: Взаимодействие фермента с субстратом, Типы катализа, используемые ферментами, Ковалентный катализ, Кинетика ферментативных реакций.	Указываем неделю	4	письменный опрос, устный опрос, контрольные вопросы, дискуссия	V а) 1 (1-3) 2 (1-2)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Раздел 4. Свойства ферментов. Темы 4.1 – 4.2.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы с изучением теоретического материала по вопросам: Специфичность действия ферментов, Ингибиторы и активаторы ферментов,	Указываем неделю	2	контрольные вопросы, устный и письменный опрос, решение задач	V a) 1 (1, 3) 2 (1,2)
6	Раздел 5. Классификация ферментов. Темы 5.1 – 5.2..	Подготовка к практическому занятию с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы с изучением теоретического материала по вопросам: Принципы классификации ферментов, Характеристика отдельных классов ферментов.	Указываем неделю	2	контрольные вопросы, решение учебных и проблемных задач, тестирование	V a) 1 (1-3) 2 (1, 2)
6	Раздел 6. Механизмы регуляции активности ферментов. Темы 6.1 – 6.2.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы с изучением теоретического материала по вопросам: Аллостерическая регуляция активности ферментов, Регуляция ферментативной активности.	Указываем неделю	2	устный и письменный опрос, решение задач, тестирование	V a) 1 (1-3) 2 (2)
6	Раздел 7. Методы очистки и определения активности ферментов. Темы 7.1 – 7.2..	Подготовка к практическому занятию с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы с изучением теоретического материала по вопросам: Методы очистки ферментов, Методы определения активности ферментов.	Указываем неделю	3	контрольные вопросы, решение задач	V a) 2 (1, 2)

Семестр	Название раздела, темы	Самостоятельная работа обучающихся			Оценочное средство	Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы
		Вид самостоятельной работы	Сроки выполнения	Трудоемкость (час.)		
6	Раздел 8. Практическое использование ферментов. Темы 8.1 – 8.2.	Подготовка к практическому занятию с использованием конспектов лекций и рекомендуемой литературы с изучением теоретического материала по вопросам: Ферменты – маркеры и их использование в медицине и научных исследованиях, Применение ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.	Указываем неделю	2	устный и письменный опрос, решение учебных и проблемных	V а) 1 (1-3) 2 (1 - 3)
Общий объем самостоятельной работы по дисциплине (час) – 21						
Из них объем самостоятельной работы с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий (час) – 5						

4.3 Содержание учебного материала

Раздел 1. Введение.

Тема 1.1. Энзимология.

Энзимология, наука о биологических катализаторах, ее цели и задачи, связь с другими дисциплинами. История развития энзимологии. Значение энзимологии для биологии, медицины, промышленности и сельского хозяйства.

Раздел 2. Структурная организация ферментов и её формирование

Тема 2.1. Пространственная структура ферментов.

Первичная структура. Вторичная структура: α -спираль, β -структура, β -поворот. Виды комбинаций различных элементов вторичной структуры для образования белковых мотивов - основы классификации белковых структур. Третичная структура, связи, участвующие в её стабилизации. Домены и их основные характеристики. Четвертичная структура белков. Молекулярные механизмы конформационной подвижности белков и ее связь с функциями ферментов

Тема 2.2. Механизмы формирования пространственной структуры белков.

Работы К.Анфинсена по рефолдингу рибонуклеазы и его постулаты. Самоорганизация белков и «парадокс Левинталя». Термодинамический и кинетический контроль фолдинга, «фолдинговая воронка». Модели фолдинга. Модель промежуточных состояний, стадии фолдинга, понятия «гидрофобного коллапсирования» и «расплавленной глобулы». Ферменты, ускоряющие процесс сворачивания - фолдазы: пептидил-пролил-цис/транс-изомеразы и протеиндисульфидизомеразы. Участие шаперонов в формировании нативной конформации ферментов. Шапероны Hsp70 и их биологические функции. Шаперонины и их роль в фолдинге.

Тема 2.3. Активный центр ферментов.

Природа активных центров ферментов и их формирование. Каталитический и адсорбционный участки. Аллостерический центр и его роль в регуляторных процессах.

Тема 2.4. Изоферменты, зимогены и мультиферменты.

Структура изоферментов. Лактатдегидрогеназа как классический пример изозимов, распределение её изоформ в различных органах и тканях. Изоферменты в онтогенезе. Использование изоферментов в клинической диагностике. Зимогены - неактивные предшественники ферментов, активируемые ограниченным протеолизом. Активация трипсиногена и химотрипсинигена. Особенности организации, функционирования и регуляции мультиферментных систем.

Тема 2.5. Коферменты и простетические группы.

Коферменты – переносчики атомов водорода и электронов, НАД⁺, ФМН и ФАД, убихинон, липоевая кислота. Коферменты – переносчики химических групп: нуклеотидфосфаты. Кофермент ацелирования (ацелирования), кофермент А (КоА), тетрагидрофолиевая кислота, пиридоксалиевые коферменты. Коферменты синтеза, изомеризации и расщепления углерод-углеродных связей: тиаминпирофосфат, биотин, цианкобаламин. Роль металлов. Ферменты, для действия которых, необходимы железо, медь, цинк, марганец, селен.

Раздел 3. Общие представления о механизме действия ферментов.

Тема 3.1. Взаимодействие фермента с субстратом.

Основное и переходное состояния. Энергия активации. Фермент-субстратный комплекс. Взаимодействие фермента и субстрата: эффект сближения и ориентации. Эффект напряженной конфигурации. Эффект деформации фермента. Теории индуцированного конформационного соответствия и теория преимущественного связывания переходных состояний.

Тема 3.2. Типы катализа, используемые ферментами.

Общие кислоты и основания в молекулах ферментов. Каталитический механизм аспартатных протеиназ. Пепсин: активация при отщеплении про-пептида и механизм катализа. Структура и каталитический механизм карбоксипептидазы А.

Тема 3.3. Ковалентный катализ.

Общая характеристика. Каталитический механизм сериновых протеаз. Химотрипсин, механизм активации и характеристика отдельных стадий катализа. Каталитический механизм ацетилхолинэстеразы. Цистеиновые протеазы. Кислотно-основной катализ. Каталитический механизм алкогольдегидрогеназы. Электрофильный катализ. Электрофильный катализ аминотрансфераз с участием молекул пиридоксальфосфата и пируватдегидрогеназы с участием тиаминпирофосфата.

Тема 3.4. Кинетика ферментативных реакций.

Основные понятия ферментативной кинетики.

Раздел 4. Свойства ферментов.

Тема 4.1. Специфичность действия ферментов.

Субстратная специфичность - важное свойство ферментов как катализаторов белковой природы. Абсолютная субстратная специфичность, групповая субстратная специфичность, стереоспецифичность.

Тема 4.2. Ингибиторы и активаторы ферментов

Обратное и необратимое ингибирование. Конкурентные ингибиторы, Ингибирование сукцинатдегидрогеназы малоновой кислотой. Фосфорорганические вещества как ингибиторы ацетилхолинэстеразы. Ингибиторы ферментов как лекарственные препараты. Активаторы ферментов, действие катионов и анионов. Влияние на активность ферментов температуры, рН среды

Раздел 5. Классификация ферментов.

Тема 5.1 Принципы классификации ферментов.

Современная международная номенклатура ЕС. Общая характеристика классов. Принципы деления на подклассы и подподклассы. Номенклатура ферментов.

Тема 5.2. Характеристика отдельных классов ферментов. Оксидоредуктазы. Некоторые представители класса: алкогольдегидрогеназа, лактатдегидрогеназа, глутаматдегидрогеназа, нитратредуктаза, полифенолоксидаза, цитохромоксидаза, каталаза и пероксидаза. Трансферазы, общая характеристика класса. Гидролазы. Характеристика эстераз, гликозидаз, протеаз. Лиазы. Характеристика декарбоксилаз, альдолаз, гидратаз. Изомеразы. Лигазы.

Раздел 6. Механизмы регуляции активности ферментов.

Тема 6.1. Аллостерическая регуляция активности ферментов.

Механизмы аллостерических эффектов. Регуляторные домены. Основные черты моделей, описывающих кооперативное действие ферментов. Примеры, иллюстрирующие механизмы аллостерической регуляции.

Тема 6.2. Регуляция ферментативной активности.

Регуляция белок-белковыми взаимодействиями: регуляции активности ферментов ассоциацией/диссоциацией протомеров, Активация ферментов в результате присоединения регуляторных белков. Регуляция ковалентным связыванием. Регуляция ограниченным протеолизом, активация проферментов, механизм активации панкреатических протеолитических ферментов, механизм активации панкреатических протеолитических ферментов. Прямое влияние на активный центр – действие конкурентных ингибиторов. Гормональный контроль активности ферментов. Роль вторичных посредников в активации протеинкиназ. Регуляция биосинтеза ферментов.

Раздел 7. Методы очистки и определения активности ферментов.

Тема 7.1. Методы очистки.

Хроматографические и электрофоретические методы, кристаллизация.

Тема 7.2. Методы определения активности ферментов.

Химические, поляриметрические, хроматографические, манометрические, спектрометрические, флюориметрические, полярографические, радиометрические методы.

Раздел 8. Практическое использование ферментов.**Тема 8.1. Ферменты – маркеры и их использование в медицине и научных исследованиях.**

Медицинская энзимология: энзимодиагностика, энзимопатология и энзимотерапия.

Тема 8.2. Применение ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.

Иммобилизованные ферменты. Использование иммобилизованных ферментов в промышленности, медицине и фармакологии. Ферментные электроды и биосенсоры.

4.3.1. Перечень семинарских, практических занятий и лабораторных работ

№ п/п	№ раздела и темы	Наименование семинаров, практических и лабораторных работ	Трудоёмкость (час.)		Оценочные средства	Формируемые компетенции (индикаторы) *
			Всего часов	Из них практич. подготовка		
1	2	3	4	5	6	7
1	Раздел 2. Тема 2.1	Пространственная структура ферментов	2		Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
2	Тема 2.2	Механизмы формирования пространственной структуры белков	3		Контрольные вопросы, устный опрос с дискуссией, тестирование, решение задач	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
3	Тема 2.3	Активный центр ферментов	1		Контрольные вопросы, дискуссия, письменный опрос.	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
4	Тема 2.4	Изоферменты, зимогены и мультиферменты	2		Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
5	Тема 2.5	Коферменты и простетические группы	3		Письменный опрос, решение учебных и проблемных задач	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
6	Раздел 3. Тема 3.1	Взаимодействие фермента с субстратом	1		Устный опрос, тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
7	Тема 3.2	Типы катализа, используемые	1		Устный опрос, тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>

		ферментами				
8	Тема 3.3	Ковалентный катализ	3		Письменный опрос, контрольные вопросы, дискуссия	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
9	Тема 3.4	Кинетика ферментативных реакций	1		Тестирование, дискуссия, устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК1.2</i>
10	Раздел 4. Тема 4.1	Специфичность действия ферментов	3		Контрольные вопросы, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
11	Тема 4.2	Ингибиторы и активаторы ферментов	3		Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК1.2</i>
12	Раздел 5. Тема 5.2	Характеристика отдельных классов ферментов	1		Письменный опрос, тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i>
13	Раздел 6. Тема 6.1	Аллостерическая регуляция активности ферментов	3		Решение учебных и проблемных задач, письменный опрос, тестирование	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК1.3</i>
14	Тема 6.2	Регуляция ферментативной активности	3		Контрольные вопросы, дискуссия письменный и устный опросы.	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК1.2</i>
15	Раздел 7. Тема 7.1	Методы очистки	1		Тестирование, решение учебных и проблемных задач,	ПК-1 <i>ИДК ПК1.2</i>
16	Тема 7.2	Методы определения активности ферментов	1		Контрольные вопросы, дискуссия	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК1.2</i>
17	Раздел 8. Тема 8.1	Ферменты – маркеры и их использование в медицине и научных исследованиях	2		Тестирование, решение учебных и проблемных задач, дискуссия	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК1.2</i>
18	Тема 8.2	Применение ферментов в промышленности и сельском хозяйстве	2		Контрольные вопросы, дискуссия устный опрос	ПК-1 <i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК1.2</i>

4.3.2. Перечень тем (вопросов), выносимых на самостоятельное изучение студентами в рамках самостоятельной работы (СРС)

№ п/п	Тема	Задание	Формируемая компетенция	ИДК
1.	Тема 2.1. Пространственная структура ферментов.	Изучить теоретический материал по вопросам: Первичная структура белков. Вторичная структура: α -спираль, β -структура, β -поворот. Виды комбинаций различных элементов вторичной структуры для образования белковых мотивов - основы классификации белковых структур. Третичная структура, связи, участвующие в её стабилизации. Домены и их основные характеристики. Четвертичная структура белков.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>
2.	Тема 2.4. Изоферменты, зимогены и мультиферменты.	Изучить теоретический материал по вопросам: Изоферменты в онтогенезе. Использование изоферментов в клинической диагностике. Зимогены - неактивные предшественники ферментов, активируемые ограниченным протеолизом. Активация трипсиногена и химотрипсинигена. Особенности организации, функционирования и регуляции мультиферментных систем.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>
3.	Тема 3.3. Ковалентный катализ.	Изучить теоретический материал по вопросам: Каталитический механизм сериновых протеаз. Химотрипсин, механизм активации и характеристика отдельных стадий катализа. Каталитический механизм ацетилхолинэстеразы. Цистеиновые протеазы. Кислотно-основной катализ. Каталитический механизм алкогольдегидрогеназы. Электрофильный катализ аминотрансфераз с участием молекул пиридоксальфосфата и пируватдегидрогеназы с участием тиаминпирофосфата.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.2</i>
4.	Тема 3.4. Кинетика ферментативных реакций.	Изучить теоретический материал по вопросу: Основные понятия ферментативной кинетики.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i> <i>ИДК ПК 1.2</i>
5.	Тема 5.2. Характеристика отдельных классов ферментов.	Изучить теоретический материал по вопросам: Оксидоредуктазы. Некоторые представители класса: алкогольдегидрогеназа, лактатдегидрогеназа, глутаматдегидрогеназа, нитратредуктаза, полифенолоксидаза, цитохромоксидаза, каталаза и пероксидаза. Трансферазы, общая характеристика класса. Гидролазы.	ПК-1	<i>ИДК ПК 1.1</i>

		Характеристика эстераз, гликозидаз, протеаз. Лиазы. Характеристика декарбоксилаз, альдолаз, гидратаз. Изомеразы. Лигазы.		
6.	Тема 8.1. Ферменты – маркеры и их использование в медицине и научных исследованиях.	Изучить теоретический материал по вопросу: Медицинская энзимология: энзимодиагностика, энзимопатология и энзимотерапия.	ПК-1	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2
7.	Тема 8.2. Применение ферментов в промышленности и сельском хозяйстве.	Изучить теоретический материал по вопросам: Имобилизованные ферменты. Использование иммобилизованных ферментов в промышленности, медицине и фармакологии. Ферментные электроды и биосенсоры.	ПК-1	ИДК ПК 1.1 ИДК ПК 1.2

4.4. Методические указания по организации самостоятельной работы студентов

Самостоятельная работа студентов является составной частью учебного процесса и имеет целью закрепление и углубление полученных знаний и навыков, поиск и приобретение новых знаний, а также выполнение учебных заданий, подготовку к предстоящим занятиям, зачетам и экзаменам.

Для организации самостоятельной работы по дисциплине «Молекулярные основы действия ферментов» используются следующие формы самостоятельной учебной работы:

- Работа над конспектом лекции.
- Подбор, изучение, анализ рекомендованной литературы.
- Самостоятельное изучение отдельных тем, параграфов, не изложенных в лекции.
- Подготовка к практическому занятию состоит в теоретической подготовке и выполнении практических заданий (решение задач, ответы на вопросы и т.д.).
- Подготовка к тестированию.
- Подготовка к экзамену.

Письменные работы. Для изучения тем, не изложенных в лекции, рекомендуется использовать основную и дополнительную литературу, а также источники, найденные при помощи информационно-справочных и поисковых систем. Для закрепления материала рекомендуется делать краткие конспекты по теме.

4.5. Примерная тематика курсовых работ (проектов): не предусмотрены учебным планом.

V. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

а) Перечень литературы

1. Основная литература

1. Биохимия [Текст] : учебник / В. П. Комов, В. Н. Шведова. – 3-е изд., стер. – М. : Дрофа, 2008. – 639 с. ; 24 см. – (Высшее образование: Современный учебник). – Предм. указ.: с. 620-630. – ISBN 978-5-358-04872-0. (50 экз.).
2. Биохимия растений [Текст] : учебник / Г.-В. Хелдт ; пер. с англ. М. А. Брейгиной [и др.] ; ред.: А.М. Носов., В. В. Чуб. - М.: Бином. Лаборатория знаний, 2011. - 471 с.: ил.: 26 см. - (Лучший зарубежный учебник). - Библиогр. в конце ст. - Указ.: с. 464-471. - Пер. изд. : Plant biochemistry / I Ians-Walter Heldt. - 2005. - ISBN 978-5-94774-795-9. (3 экз.).

3. Биохимия [Электронный ресурс] : учеб, для академ. бакалавриата : для студ. вузов, обуч. по направл. 655500 "Биотехнология" / В. П. Комов. - 4-е изд., испр. и доп. - ЭВК. -М. : Юрайт, 2014. - 640 с. - (Бакалавр. Академический курс). - Режим доступа: ЭЧЗ "Бнблиотех". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9916-3929-3.

2.Дополнительная литература

1. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии [Электронный ресурс] — 2-е изд. (эл.). [Электронный ресурс] / К. Уилсон, Дж. ред. Уолкер. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний. 2015. - 855 с. : ил. - Режим доступа: ЭБС "Лань". - Неогранич. доступ. - ISBN 978-5-9963-2877-2 : Б. ц.

2. Практическая энзимология [Текст] : [учебник] / Х. Биссвангер ; пер. с англ. Т. 11. Мосолова : авт. предисл. А. В. Левашов. - М. : Бином. Лаборатория знаний. 2013. - 328 с. : ил. ; 22 см. - (Методы в биологии). - Предм. указ.: с. 322-328. - Пер. изд. : Practical Enzymology / Hans Bissvvangsr. - ISBN 978-5-94774-940-3. (3 экз.).

3. Молекулярная биология [Текст] : учеб, для студ. вузов / А. С. Коничев, Г. А. Севастьянова. - 2-е изд., испр. - М. : Академия, 2005. - 398 с. : ил. ; 21 см. - (Высшее профессиональное образование : педагогические специальности). - Библиогр.: с. 393-395. - ISBN 5-7695-1965-7. (58 экз.).

б) периодические издания

в) список авторских методических разработок

г) базы данных, информационно-справочные и поисковые системы

1. Научная Электронная Библиотека <http://www.e-library.ru>
2. Информационная система «Единое окно доступа к образовательным ресурсам» (<http://window.edu.ru>)
3. ЭБС «ЮРАЙТ». Адрес доступа: <https://www.biblio-online.ru/>
4. ЭБ Издательского центра «Академия». Адрес доступа: <http://www.academia-moscow.ru>
5. <http://www.fptl.ru/biblioteka/biotechnologiya.html>
6. <http://www.medbook.net.ru/010512.shtml>
7. Союз образовательных сайтов - Естественные науки
8. <http://tusearch.blogspot.com> - Поиск электронных книг, публикаций, законов, ГОСТов на сайтах научных электронных библиотек.
9. Google Scholar –Поисковая система по научной литературе.
10. Science Research Portal - Научная поисковая система, осуществляющая полнотекстовый поиск в журналах многих крупных научных издательств, таких как Elsevier, Highwire, IEEE, Nature, Taylor & Francis и др. Ищет статьи и документы в открытых научных базах данных: Directory of Open Access Journals, Library of Congress Online Catalog, Science.gov и Scientific News.

VI. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

6.1. Учебно-лабораторное оборудование:

Аудитория для проведения занятий лекционного типа оборудована:
специализированной (учебной) мебелью на 12 посадочных мест, биохимическая лаборатория (лабораторные столы - 4 шт.);

техническими средствами обучения: доска аудиторная меловая, проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Молекулярные основы действия ферментов»;

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине в количестве: таблицы – 5 шт., презентации по каждой теме программы.

Аудитория для проведения занятий практического типа оборудована:

специализированной (учебной) мебелью на 12 посадочных мест, биохимическая лаборатория (лабораторные столы - 4 шт.); раковина с тумбой - 1 шт., деревянные тумбы для хранения реактивов - 2 шт., шкаф вытяжной ЛК-1500 ШВ - 2 шт., весы аналитические

ГОСМЕТР Ленинград - 1 шт., фотоэлектроколориметр КФК-2 - 1 шт., аквадистиллятор электрический АЭ-14-«Я-ФП»-01 - 1 шт., термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ - 1 шт.;

техническими средствами обучения: доска аудиторная меловая, проектор BenQ MS504, служащими для представления учебной информации большой аудитории по дисциплине «Молекулярные основы действия ферментов»;

учебно-наглядными пособиями, обеспечивающими тематические иллюстрации по дисциплине в количестве: таблицы – 5 шт.

Компьютерный класс (учебная аудитория) для групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, организации самостоятельной работы: аудитория с неограниченным доступом к сети Интернет оборудована:

специализированной (учебной) мебелью на 20 посадочных мест;

техническими средствами обучения: Системный блок PentiumG850, Монитор BenQ G252HDA – 1 шт.; Системный блок Athlon 2 X2 250, Монитор BenQ G252HDA – 8 шт.; Системный блок PentiumD 3.0GHz, Монитор Samsung 740N – 3 шт.; Моноблок IRU T2105P – 2 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQG955 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор BenQ GL2250 – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T200 HD – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung T190N – 1 шт.; Системный блок Pentium G3250, Монитор Samsung 740N – 1 шт.; проектор BenQ MX503; экран ScreenVtdiaEco; доска меловая.

Помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования: аудитория оборудована:

специализированной мебелью на 8 посадочных мест; шкаф вытяжной ЛК-1500 ШВ+вентилятор - 2 шт., стол двухтумбовый - 5 шт., стол однотоумбовый - 4 шт., стол компьютерный - 1 шт., металлические тумбы для хранения лабораторной посуды и оборудования - 4 шт., деревянные тумбы для хранения лабораторной посуды и оборудования - 5 шт., шкаф-купе двухдверный - 1 шт., шкаф металлический - 1 шт., холодильник NORD ДХ-241-0-010 - 1 шт., электроплита Луч - 1 шт., раковина с тумбой - 1 шт., шкаф-купе трехдверный - 1шт., шкаф книжный - 3 шт., микроскоп Биомед 2 Led - 7 шт., микроскоп Levenhuk D870T - 1 шт., микроскоп Levenhuk D870T тринокуляр - 1 шт., микроскоп Микромед Р-1-LED - 1 шт., микроскоп МЛ-5-Б - 1 шт., микроскоп биологический МБ-1600Б - 1 шт., микроскоп Р-14 - 4 шт., микроскоп Levenhuk 2L NG - 5шт., светильник ОИ-12 - 1 шт., Фазовый контраст КФ-3 - 1 шт., фазовый контраст КФС - 1 шт., рН-метр иономер универсальный ЭВ-74 - 1 шт., спектрофотометр ПЭ-5300 ВИ - 1 шт., магнитная мешалка ММ-5 - 5 шт., весы аналитические ВЛР-200 - 1 шт., весы торсионные ВТП-500 - 4 шт., весы торсионные WAGA TORSYJNA-WT - 3 шт., проектор Оверхед GEHA OHP Ecovision 24/3 - 1 шт., системный блок в комплекте ASUS - 1 шт., монитор BenQ DL2215 - 1 шт., ноутбук Lenovo G580 в комплекте - 1 шт., multifunctionальное устройство SAMSUNG M2070 - 1 шт., сканер HP Scanjet G2410 - 1 шт., принтер Canon LBP 2900 - 1шт.

6.2. Программное обеспечение:

DreamSpark Premium Electronic Software Delivery (3 years) Renewal (Windows 10 Education 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Windows 7 Professional with Service Pack 1 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Windows Server 2008 Enterprise and Standard without Hyper-V with SP2 32/64-bit (English) - Microsoft Imagine, Access 2016 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine, Access 2010 32/64-bit (Russian) - Microsoft Imagine). Договор №03-016-14 от 30.10.2014г.

Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Стандартный Russian Edition. 250-499. Форум Контракт №04-114-16 от 14ноября 2016г KES. Счет №РСЦЗ-000147 и АКТ от 23ноября 2016г Лиц.№1В08161103014721370444.

Microsoft Office Enterprise 2007 Russian Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 43364238.

Microsoft Windows XP Professional Russian Upgrade Academic OPEN No Level. Номер Лицензии Microsoft 41059241.

Office 365 профессиональный плюс для учащихся. Номер заказа: 36dde53d-7cdb-4cad-a87f-29b2a19c463e.

6.3. Технические и электронные средства:

Презентации по всем темам курса.

VII. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

Для освоения дисциплины «Молекулярные основы действия ферментов» применяются следующие образовательные технологии:

- *Информационная лекция.* Лекция – это сжатое изложение основных научных фактов, что является базой для анализа рассуждений, оценок.

- *Лекция-визуализация.* Учит студентов преобразовывать устную и письменную информацию в визуальную форму, что формирует у них профессиональное мышление за счет систематизации и выделения наиболее значимых, существенных элементов содержания обучения. Задача преподавателя использовать такие формы наглядности, которые не только дополняют словесную информацию, но и сами являются носителями информации (схемы, рисунки, слайды-презентации, и т.п.). Этот вид лекции лучше всего использовать на этапе введения студентов в новый раздел, тему дисциплины.

- *Проблемная лекция.* В отличие от содержания информационной лекции, которое предлагается преподавателем в виде известного, подлежащего лишь запоминанию материала, на проблемной лекции новое знание вводится как неизвестное для обучающихся. Проблемная лекция начинается с вопросов, с постановки проблемы, которую в ходе изложения материала необходимо решить. Лекция строится таким образом, что познания обучающегося приближаются к поисковой, исследовательской деятельности. Здесь участвуют мышление обучающегося и его личностное отношение к усваиваемому материалу.

- *Лекция-беседа.* Предполагает непосредственный контакт преподавателя с аудиторией. Преимущество лекции-беседы состоит в том, что она позволяет привлекать внимание студентов к наиболее важным вопросам темы, определять содержание и темп изложения учебного материала с учетом особенностей студентов.

- *Практические занятия* – это занятие, проводимое под руководством преподавателя в учебной аудитории, направленное на углубление научно-теоретических знаний и овладение определенными методами самостоятельной работы, которое формирует практические умения. Одной из форм практических занятий в вузе является семинар.

- *Самостоятельная работа студентов* (см. п.4.4).

- *Дистанционные образовательные технологии.* Под дистанционными образовательными технологиями понимаются образовательные технологии, реализуемые в основном с применением информационно-телекоммуникационных сетей. При освоении дисциплины «Экология микроорганизмов» используются следующие технологии:

▪ интернет-технология – способ дистанционной передачи информации, основанный на использовании глобальных и локальных компьютерных сетей для обеспечения доступа обучающихся к информационным образовательным ресурсам и для формирования совокупности методических, организационных, технических и программных средств реализации и управления учебным процессом независимо от места нахождения его субъектов. Используется Образовательный портал ИГУ - educa.isu.ru.

Наименование тем занятий с использованием активных форм обучения

	Тема занятия	Вид занятия	Форма / Методы интерактивного обучения	Кол-во часов
Итого часов				

VIII. ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

Оценочные материалы для входного контроля

В качестве оценочных средств для входного контроля оценки уровня знаний студентов используется тестирование (тесты с закрытыми вопросами). В процессе тестирования оценивается уровень владения базовыми знаниями, умениями, навыками, необходимыми для начала обучения по дисциплине «Молекулярные основы действия ферментов», определяется степень владения новым материалом до начала его изучения.

Оценочные материалы текущего контроля формируются в соответствии с ЛНА университета

В рамках дисциплины «Молекулярные основы действия ферментов» используются следующие формы текущего контроля:

Текущий контроль осуществляется в течении всего времени изучения курса.

Формы и виды текущего контроля: тестирование (используются тесты с открытыми и закрытыми вопросами, тесты с поэлементным анализом уровня усвоения понятий, решение учебных и проблемных задач по темам. Ответы на вопросы в ходе лекции. Письменный опрос по теме.

- устный опрос;
 - письменная работа;
 - тест;
 - написание реферата;
 - контроль самостоятельной работы.
- Фонд оценочных средств включает:
- фонд тестовых заданий по дисциплине,
 - тематика и материалы заданий,
 - вопросы для самостоятельного изучения (СРС)
 - вопросы и билеты для экзамена,
 - критерии оценки знаний студентов.

Назначение оценочных средств: выявить сформированность компетенции ПК-1 (см. п.

III).

Написание реферата по теме:

1. Классификация ферментов

Оценочные материалы для промежуточной аттестации в форме экзамена.

Форма промежуточной аттестации - *экзамен*. Система оценок: пятибалльная. ОС этого типа должны выявлять степень освоения теоретических знаний как базу для

формирования компетенций, умения их применять в ситуациях, моделирующих профессиональную деятельность, а также сформированность компетенции ПК-1, заявленной в п. III.

Примерный список вопросов к экзамену

1. Энзимология, наука о биологических катализаторах, ее цели и задачи, связь с другими дисциплинами. История развития энзимологии. Значение энзимологии для биологии, медицины, промышленности и сельского хозяйства.
2. Пространственная структура ферментов. Первичная структура. Вторичная структура. Виды комбинаций различных элементов вторичной структуры для образования белковых мотивов-основы классификации белковых структур.
3. Третичная структура ферментов, связи, участвующие в её стабилизации. Домены и их основные характеристики. Четвертичная структура белков. Молекулярные механизмы конформационной подвижности белков и ее связь с функциями ферментов.
4. Механизмы формирования пространственной структуры белков. Работы К.Анфинсена по рефолдингу рибонуклеазы и его постулаты. Самоорганизация белков и «парадокс Левинталя». Термодинамический и кинетический контроль фолдинга, «фолдинговая воронка».
5. Модели фолдинга. Модель промежуточных состояний, стадии фолдинга, понятия «гидрофобного коллапсирования» и «расплавленной глобулы». Ферменты, ускоряющие процесс сворачивания – фолдазы: пептидил-пролил-цис/транс-изомеразы и протеиндисульфидизомеразы.
6. Участие шаперонов в формировании нативной конформации ферментов. Шапероны Hsp70 и их биологические функции. Шаперонины и их роль в фолдинге.
7. Активный центр ферментов. Природа активных центров ферментов и их формирование. Каталитический и адсорбционный участки. Аллостерический центр и его роль в регуляторных процессах.
8. Изоферменты. Лактатдегидрогеназа как классический пример изозимов, распределение её изоформ в различных органах и тканях. Изоферменты в онтогенезе. Использование изоферментов в клинической диагностике.
9. Зимогены-неактивные предшественники ферментов, активируемые ограниченным протеолизом. Активация трипсиногена и химотрипсиногена.
10. Особенности организации, функционирования и регуляции мультиферментных систем.
11. Коферменты – переносчики атомов водорода и электронов, НАД⁺, ФМН и ФАД, убихинон, липоевая кислота.
12. Коферменты – переносчики химических групп: нуклеотидфосфаты, кофермент ацелирования (ацелирования)- кофермент А (КоА), тетрагидрофолиевая кислота, пиридоксалиевые коферменты.
13. Коферменты синтеза, изомеризации и расщепления углерод-углеродных связей: тиаминпирофосфат, биотин, цианкобаламин. Роль металлов. Ферменты, для действия которых, необходимы железо, медь, цинк, марганец, селен.
14. Взаимодействие фермента с субстратом. Основное и переходное состояния. Энергия активации. Фермент-субстратный комплекс. Эффект сближения и ориентации. Эффект напряженной конфигурации. Эффект деформации фермента. Теории индуцированного конформационного соответствия и теория преимущественного связывания переходных состояний.
15. Типы катализа, используемые ферментами. Общие кислоты и основания в молекулах ферментов. Каталитический механизм аспартатных протеиназ. Пепсин: активация при отщеплении про-пептида и механизм катализа. Структура и каталитический механизм карбоксипептидазы А.

16. Ковалентный катализ. Общая характеристика. Каталитический механизм сериновых протеаз. Химотрипсин, механизм активации и характеристика отдельных стадий катализа. Каталитический механизм ацетилхолинэстеразы.
17. Кислотно-основной катализ. Каталитический механизм алкогольдегидрогеназы. Электрофильный катализ. Электрофильный катализ аминотрансфераз с участием молекул пиридоксальфосфата и пируватдегидрогеназы с участием тиаминпирофосфата.
18. Кинетика ферментативных реакций. Основные понятия ферментативной кинетики.
19. Специфичность действия ферментов. Субстратная специфичность-важное свойство ферментов как катализаторов белковой природы. Абсолютная субстратная специфичность, групповая субстратная специфичность, стереоспецифичность.
20. Ингибиторы и активаторы ферментов Обратное и необратимое ингибирование. Конкурентные ингибиторы, Ингибирование сукцинатдегидрогеназы малоновой кислотой. Фосфорорганические вещества как ингибиторы ацетилхолинэстеразы. Ингибиторы ферментов как лекарственные препараты.
21. 21. Принципы классификации ферментов. Современная международная номенклатура ЕС. Общая характеристика классов. Принципы деления на подклассы и подподклассы. Номенклатура ферментов.
22. Оксидоредуктазы. Некоторые представители класса: алкогольдегидрогеназа, лактатдегидрогеназа, глутаматдегидрогеназа, нитратредуктаза, полифенолоксидаза, цитохромоксидаза, каталаза и пероксидаза.
23. Трансферазы, общая характеристика класса. Гидролазы. Характеристика эстераз, гликозидаз, протеаз. Лиазы. Характеристика декарбоксилаз, альдолаз, гидратаз. Изомеры. Лигазы.
24. Аллостерическая регуляция активности ферментов. Механизмы аллостерических эффектов. Регуляторные домены. Основные черты моделей, описывающих кооперативное действие ферментов. Примеры, иллюстрирующие механизмы аллостерической регуляции.
25. Регуляция ферментативной активности. Регуляция Рауляция ферментативной активности. Регуляция белок-белковыми взаимодействиями. Регуляция ковалентным связыванием. Регуляция ограниченным протеолизом.
26. Гормональный контроль активности ферментов. Роль вторичных посредников в активации протеинкиназ. Регуляция биосинтеза ферментов,
27. Методы очистки: хроматографические и электрофоретические методы, кристаллизация
28. Методы определения активности ферментов. Химические, поляриметрические, хроматографические, манометрические, спектрометрические, флюориметрические, полярографические, радиометрические методы.
29. Ферменты — маркеры и их использование в медицине и научных исследованиях. Медицинская энзимология: энзимодиагностика, энзимопатология и энзимотерапия.
30. Применение ферментов в промышленности и сельском хозяйстве. Имобилизованные ферменты. Использование иммобилизованных ферментов в промышленности, медицине и фармакологии. Ферментные электроды и биосенсоры.

Разработчики:



(подпись)


доцент Л. И. Донская

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 «Биология» и профилю «Биохимия».

Программа рассмотрена на заседании кафедры биохимии, молекулярной биологии и генетики

(наименование)

« 6 » 05 2022 г.

Протокол № 8 Зав. кафедрой д.б.н. профессор С. В. Осипова 

Настоящая программа, не может быть воспроизведена ни в какой форме без предварительного письменного разрешения кафедры-разработчика программы.