

**ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ОРЕНБУРГСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ АГРАРНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»**

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.В.ОД.4.2 Энзимология

Направление подготовки: 06.06.01. Биологические науки

Направленность программы: Биохимия

Срок обучения: 4 года

Форма обучения: очная

Квалификация (степень): Исследователь. Преподаватель-исследователь.

1. Цели освоения дисциплины

Цели освоения дисциплины «Энзимология» заключаются в формировании системы знаний о химической структуре, свойствах ферментов, особенностях ферментативного катализа, регуляции ферментативных реакций в клетке и использования ферментов в практической деятельности

2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «ЭНЗИМОЛОГИЯ» относится к базовой части. Требования к предшествующим знаниям представлены в таблице 2.1. Перечень дисциплин, для которых дисциплина «ЭНЗИМОЛОГИЯ» является основополагающей, представлен в табл. 2.2.

Таблица 2.1 – Требования к пререквизитам дисциплины

Дисциплина	Раздел
Биологическая химия	Раздел 1 Химический состав организмов. Углеводы. Липиды и биологические мембраны
	Тема 1 Химический состав организмов
	Тема 2 Углеводы. Липиды и биологические мембраны
	Раздел 2 Белки: строение, свойства, классификация
	Тема 3 Белки: строение, свойства, классификация
	Раздел 3 Биологически активные вещества: ферменты, витамины
	Тема 4 Биологически активные вещества: ферменты
	Тема 5 Биологически активные вещества: витамины
	Раздел 4 Биологически активные вещества: гормоны. Нуклеиновые кислоты
	Тема 6 Биологически активные вещества: гормоны
	Тема 7 Нуклеиновые кислоты
	Раздел 5 Биоэнергетика и метаболизм. Обмен углеводов
	Тема 8 Биоэнергетика и метаболизм.
	Тема 9 Обмен углеводов
Раздел 6 Обмен липидов и белков	
Тема 10 Обмен липидов	
Тема 11 Обмен белков	
Раздел 7 Обмен нуклеиновых кислот и водно-минеральный обмен	
Тема 12 Обмен нуклеиновых кислот	
Тема 13 Водно-минеральный обмен	
Раздел 8 Биохимия биологических жидкостей и тканей	
Тема 14 Биохимия крови, мочи, мышечной и нервной ткани, молока.	

Таблица 2.2 – Требования к постреквизитам дисциплины

Дисциплина	Раздел
Государственный экзамен	Программа государственного экзамена

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

Таблица 3.1 – Взаимосвязь планируемых результатов обучения по дисциплине и планируемых результатов освоения образовательной программы

Индекс и содержание компетенции	Знания	Умения	Навыки и (или) опыт деятельности
ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий	<p>Этап 1. Основные законы энзимологии, как самостоятельной науки;</p> <p>Этап 2. Знать термодинамические основы химических превращений в клетке.</p>	<p>Этап 1. Уметь рассчитывать термодинамические и кинетические параметры ферментативной реакции;</p> <p>Этап 2. Уметь делать обобщения и выводы на основе результатов серии экспериментов.</p>	<p>Этап 1. Владеть опытом выделения ферментов из биологических жидкостей;</p> <p>Этап 2. Иметь опыт измерения ферментативной активности.</p>
ПК-1 Владение культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения	<p>Этап 1. Знать природу сил, стабилизирующих различные конформационные состояния системы фермент-субстрат;</p> <p>Этап 2. Знать основные закономерности протекания ферментативных реакций.</p>	<p>Этап 1. Уметь делать обобщения и выводы на основе результатов серии экспериментов;</p> <p>Этап 2. правильно выбрать разработанные и используемые в практике ферментные препараты и другие БАП для грамотного проведения научных мероприятия.</p>	<p>Этап 1. Владеть правилами расчета кинетических и термодинамических параметров реакций;</p> <p>Этап 2. Владеть комплексом лабораторных и компьютерных методов исследования кинетических и термодинамических параметров ферментативных реакций.</p>
ПК-2 Использует основные законы естественнонаучных	<p>Этап 1. Знать механизмы реакций,</p>	<p>Этап 1. Уметь планировать эксперимент для</p>	<p>Этап 1. Владеть методами прогнозирования</p>

<p>дисциплин профессиональной деятельности</p>	<p>в катализируемых ферментами; Этап 2. Знать молекулярные механизмы регуляции действия ферментов.</p>	<p>решения поставленной задачи; Этап 2. Уметь прогнозировать результаты эксперимента.</p>	<p>результатов эксперимента по регуляции ферментативных реакций протекающих в животных организмах; Этап 2. Владеть лабораторными методами определения скорости ферментативных реакций.</p>
<p>ПК-3 способен прогнозировать последствия изменений условий кормления, содержания животных</p>	<p>в Этап 1. Знать кинетику ферментативных реакций; Этап 2. Знать современные методы изучения ферментативного катализа,</p>	<p>Этап 1. Уметь определять скорости ферментативных реакций; Этап 2. Уметь оценить возможности регуляции метаболических процессов в живых организмах на основании данных кинетических и термодинамических характеристик ключевых ферментативных реакций.</p>	<p>Этап 1. Владеть правилами техники безопасности и работы в лаборатории с исследуемым материалом, реактивами и приборами; Этап 2. Владеть базовыми технологиями преобразования информации: текстовые, табличные редакторы, техникой работы в сети Интернет для профессиональной деятельности;</p>
<p>ПК-4 способен проводить зоотехническую оценку животных, основанную на знании их биологических особенностей</p>	<p>Этап 1. Знать структуру активных центров ферментов; Этап 2. Знать факторы, определяющие эффективность и специфичность ферментативного катализа.</p>	<p>Этап 1. Уметь соблюдать правила техники безопасности и работы в лаборатории с исследуемым материалом, реактивами, приборами; Этап 2. Уметь интерпретировать результаты наиболее распространенных методов лабораторной и функциональной диагностики ключевых ферментативных</p>	<p>Этап 1. Владеть методами выделения и очистки использования ферментов; Этап 2. Владеть техникой сбора биологического материала для лабораторных исследований.</p>

		процессов организмах животных.	в	
ПК-5 Способен и готов анализировать и интерпретировать результаты современных диагностических технологий по возрастно-половым группам животных с учетом их физиолого-биохимических особенностей для успешной лечебно-профилактической деятельности	Этап 1. Знать особенности изменения свойств ферментов предопределяющих возможности в регуляции метаболизма у животных; Этап 2. Знать терминологию, используемую к кинетике и термодинамике ферментативных реакций	Этап 1. Уметь пользоваться научно-популярной литературой, сетью интернет для профессиональной деятельности; Этап 2. Уметь использовать полученные знания при оценке нарушений метаболических процессов при патологических состояниях организмов животных.		Этап 1. Владеть методами иммуноферментного анализа; Этап 2. Владеть интерпретацией результатов лабораторных исследований и инструментальных методов диагностики ферментативной активности у животных.

4. Объем дисциплины

Объем дисциплины «Энзимология» составляет 3 зачетных единиц (108 академических часов), распределение объема дисциплины на контактную работу обучающихся с преподавателем (КР) и на самостоятельную работу обучающихся (СР) по видам учебных занятий и по периодам обучения представлено в таблице 4.1.

Таблица 4.1 – Распределение объема дисциплины по видам учебных занятий и по периодам обучения, академические часы

№ п/п	Вид учебных занятий	Итого КР	Итого СР	Семестр №3	
				КР	СР
1	2	3	4	5	6
1	Лекции (Л)	20	-	20	-
2	Лабораторные работы (ЛР)	20	-	20	-
3	Практические занятия (ПЗ)	-	-	-	-
4	Семинары(С)	-	-	-	-
5	Курсовое проектирование (КП)	-	-	-	-
6	Рефераты (Р)	-	-	-	-
7	Эссе (Э)	-	-	-	-
8	Индивидуальные домашние задания (ИДЗ)	-	-	-	-
9	Самостоятельное изучение вопросов (СИВ)	-	34	-	34

10	Подготовка к занятиям (ПкЗ)	-	34	-	34
11	Промежуточная аттестация	-	-	-	-
12	Наименование вида промежуточной аттестации	х	х	зачет	
13	Всего	40	68	40	68

5. Структура и содержание дисциплины

Структура дисциплины представлена в таблице 5.1.

Таблица 5.1 – Структура дисциплины

№ п/п	Наименования разделов и тем	Семестр	Объем работы по видам учебных занятий, академические часы										Коды форм учебных занятий
			лекции	лабораторная работа	практические занятия	семинары	курсовые проекты (эссе)	рефераты (эссе)	индивидуальные домашние задания	самостоятельное изучение вопросов	подготовка к занятиям	прочие	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	Раздел 1 Введение в энзимологию	3	4	4	-	-	-	-	-	8	8	x	ОПК-1 ПК-1
1.1.	Тема 1 История открытия и исследования ферментов. Общие представления о ферментах, ферментативном катализе.	3	2	2	-	-	-	-	-	4	4	x	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
1.2.	Тема 2 Принципы классификации и номенклатуры ферментов.	3	2	2	-	-	-	-	-	4	4	x	ОПК-1 ПК-3 ПК-5
2.	Раздел 2 Кинетика ферментативных реакций	3	4	4	-	-	-	-	-	6	6	x	ОПК-1 ПК-3 ПК-4

№ п/п	Наименования разделов и тем	Се- ме- ст- р	Объем работы по видам учебных занятий, академические часы									Код ы форм ируе мых комп етен ций	
			лекц ии	лабо рато рная рабо та	прак тиче ские зая тия	семи нар ы	курс овое прое ктир ован ие	рефе раты (эссе)	инд ивид уаль ные дома шни е зада ния	само стоя тель ное изуч ение вопр осов	подг отов ка к зая тиям		прог ежут очная атгес тация
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
2.1.	Тема 3 Кинетика действия ферментов. Константа Михаэлиса. Скорость ферментативной реакции.	3	4	4	-	-	-	-	-	6	6	x	ПК-2 ПК-3 ПК-5
3.	Раздел 3 Кофакторы, Кофакторы. Участие ферментов в метаболизме	3	6	6	-	-	-	-	-	10	10	x	ОПК-1
3.1.	Тема 4 Кофакторы и кофакторы.	3	2	2	-	-	-	-	-	4	6	x	ОПК-1 ПК-4
3.2.	Тема 5 Регуляция биосинтеза и активности ферментов. Участие ферментов в метаболизме.	3	4	4	-	-	-	-	-	6	4	x	ОПК-1 ПК-1 ПК-3 ПК-5
3.3	Тема 6 Энзимодиагностика. Энзимопатия.	3	6	6	-	-	-	-	-	10	10	x	ОПК-1 ПК-3
4.	Раздел 4 Генная инженерия ферментов.	3	2	2	-	-	-	-	-	4	6	x	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
4.1.	Тема 7 Генная	3	4	4	-	-	-	-	-	6	4	x	ОПК-1 ПК-3

№ п/п	Наименования разделов и тем	Се- ме- ст- р	Объем работы по видам учебных занятий, академические часы									Код ы форм ируе мых комп етен ций	
			лекц ии	лабо рато рная рабо та	прак тиче ские заня тия	семи нар ы	курс овое прое ктир ован ие	рефе раты (эссе)	инд ивид уаль ные дома шни е зада ния	само стоя тель ное изуч ение вопр осов	подг отов ка к заня тиям		прог ежут очная атгес тация
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	инженерия ферментов. Инженерная энзимология.												ПК-5
5.	Контактная работа	3	20	20	-	-	-	-	-	-	-	2	х
6.	Самостоятельная работа	3	-	-	-	-	-	-	-	34	34	-	х
7.	Объем дисциплины в семестре	3	20	20	-	-	-	-	-	34	34	2	х
8	Всего по дисциплине	х	20	20	-	-	-	-	-	34	34	0	х

5.2. Содержание дисциплины

5.2.1 – Темы лекций

№ п.п.	Наименование темы лекции	Объем, академические часы
Л-1	Введение в энзимологию. История открытия и исследования ферментов. Общие представления о ферментах, ферментативном катализе.	2
Л-2	Принципы классификации и номенклатуры ферментов.	2
Л-3	Кинетика действия ферментов.	2
Л-4	Кофакторы и коферменты.	2
Л-5	Участие ферментов в метаболизме.	2
Л-6	Влияние обратимых эффекторов на кинетику ферментативной реакции.	2
Л-7	Регуляция биосинтеза и активности ферментов.	2
Л-8	Факторы, влияющие на ферментативную активность. Влияние pH и температуры на кинетику ферментативных реакций	2
Л-9	Энзимопатии. Энзимодиагностика.	2
Л-10	Генная инженерия ферментов. Инженерная энзимология.	2
Итого по дисциплине		$\sum_{i=1}^{10} 2 = 20$

5.2.2 – Темы лабораторных работ

№ п.п.	Наименование темы лабораторной работы	Объем, академические часы
ЛР-1	Обнаружение действия пероксидазы, липазы, сахаразы, уреазы, амилазы.	2
ЛР-2	Кинетика действия липазы. Влияние желчи на активность липазы.	2
ЛР-3	Определение активности каталазы.	2
ЛР-4	Определение амилалитической активности экстракта поджелудочной железы.	2
ЛР-5	Количественное определение активности α -амилазы.	2
ЛР-6	Количественное определение активности липазы.	2
ЛР-7	Количественное определение протеолитической активности экстракта поджелудочной железы.	2
ЛР-8	Специфичность действия сукцинатдегидрогеназы, сахаразы, уреазы, амилазы.	2
ЛР-9	Исследование термостабильности ферментов.	2
ЛР-10	Активаторы и ингибиторы ферментов.	
Итого по дисциплине		$\sum_{i=1}^{10} 2 = 20$

5.2.3 – Темы практических занятий (не предусмотрены РУП)

5.2.4 – Темы семинарских занятий (не предусмотрены РУП)

5.2.5 Темы курсовых работ (проектов) (не предусмотрены РУП)

5.2.6 Темы рефератов (не предусмотрены РУП)

5.2.7 Темы эссе (не предусмотрены рабочей программой)

5.2.8 Темы индивидуальных домашних заданий (не предусмотрены рабочей программой)

5.2.9 – Вопросы для самостоятельного изучения

№ п.п.	Наименования темы (указать в соответствии с таблицей 5.1)	Наименование вопроса	Объем, академические часы
1.	История открытия и исследования ферментов. Общие представления о ферментах, ферментативном катализе.	1. Стратегия изучения первичной структуры ферментов. 2. Классификация механизмов ферментативного катализа и схематическое представление; 3. Методы определения кинетических параметров	2
2.	Принципы классификации и номенклатуры ферментов.	1. Классификация и номенклатура ферментов. 2. Термодинамическое равновесие	4
3.	Кинетика действия ферментов. Константа Михаэлиса. Скорость ферментативной реакции.	1. Термодинамические методы выведения уравнений стационарной скорости.	6
4.	Кофакторы и коферменты.	1. Типы связей между коферментами и апоферментами	4
5	Регуляция биосинтеза и активности ферментов. Участие ферментов в метаболизме.	1.Классификация ингибиторов; 2.Способы определения типов ингибирования по экспериментальным данным	10
6	Энзимодиагностика.	1.Методы конструирования	4

	Энзимопатия.	ферментов	
7	Генная инженерия ферментов. Инженерная энзимология.	1. Ферменты в органическом синтезе. 2. Клоны и клонирование.	4
Итого по дисциплине			\sum 34

4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

6.1 Основная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Плакунов В. Основы энзимологии. М.: Логос, 2011, 128 с.
2. Биссвангер Х. Практическая энзимология. М.: Бином. Лаборатория знаний, 2010, 328 с.

6.2 Дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Северин Е.С. Биохимия. Москва. «Гэотар-Медиа». 2006, 784 с.
2. Варфоломеев С. Химическая энзимология. М.: Академия, 2005, 480 с.
3. Хазипов Н.З., Аскарлова А.Н. Биохимия животных. Казань. 1999, 286 с.

6.3 Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины и другие материалы к занятиям

Электронное учебное пособие включающее:

- конспект лекций;
- методические указания по выполнению лабораторных работ;

6.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине

Электронное учебное пособие включающее:

- методические рекомендации для аспирантов по самостоятельной работе;
- методические рекомендации по выполнению индивидуальных домашних заданий;

6.5 Перечень информационных технологий, используемых при осуществлении образовательного процесса по дисциплине, включая перечень программного обеспечения и информационных справочных систем

1. Open Office
2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)

6.6 Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины

1. ww.xumik.ru
2. www.rucont.ru
3. www.eLibrary.ru

5. Описание материально-технической базы, необходимой для осуществления образовательного процесса по дисциплине

Занятия лекционного типа проводятся в аудитории, оборудованной мультимедиапроектором, компьютером, учебной доской.

Таблица 7.1 – Материально-техническое обеспечение лабораторных работ*[#]

Номер ЛР	Тема лабораторной работы	Название специализированной лаборатории	Название спецоборудования	Название технических и электронных средств обучения и контроля знаний
1	2	3	4	5
ЛР-1	Обнаружение действия пероксидазы, липазы, сахаразы, уреазы, амилазы.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, магнитная мешалка, поляриметр, рН-метр, спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда, компьютер ПК - Intel Celeron Ноутбук – Acer Aspire 5102	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-2	Кинетика действия липазы. Влияние желчи на активность липазы.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, магнитная мешалка, поляриметр, рН-метр, спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда, компьютер ПК - Intel Celeron Ноутбук – Acer Aspire 5102	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-3	Определение активности каталазы.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-4	Определение амилазной активности экстракта поджелудочной железы.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-5	Количественное определение активности α -амилазы.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-6	Количественное	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной	1. Open Office

	определение активности липазы.		универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-7	Количественное определение протеолитической активности экстракта поджелудочной железы.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-8	Специфичность действия сукцинатдегидрогеназы, сахаразы, уреазы, амилазы.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun) n
ЛР-9	Исследование термолабильности ферментов.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-10	Активаторы и ингибиторы ферментов.	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)

Фонд оценочных средств для проведения промежуточной аттестации обучающихся по дисциплине представлен в Приложении 1.

Программа разработана в соответствии с ФГОС ВО по направлению подготовки 06.06.01. Биологические науки.

Разработал: _____

В.Н. Никулин