

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

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Б1.В.ДВ.1.1. Кинетика ферментативных  
реакций**

**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

Целями освоения дисциплины «Кинетика ферментативных реакций» является углубленное изучение кинетики ферментативных реакций, механизмов регуляции скорости, а также связи ферментов с потребностями физиологических процессов.

## 2. Место дисциплины в структуре образовательной программы

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

Таблица 2.1 – Требования к пререквизитам дисциплины

Дисциплина	Раздел
Биологическая химия	<b>Раздел 1 Химический состав организмов. Углеводы. Липиды и биологические мембраны</b>
	Тема 1 Химический состав организмов
	Тема 2 Углеводы. Липиды и биологические мембраны
	<b>Раздел 2 Белки: строение, свойства, классификация</b>
	Тема 3 Белки: строение, свойства, классификация
	<b>Раздел 3 Биологически активные вещества: ферменты, витамины</b>
	Тема 4 Биологически активные вещества: ферменты
	Тема 5 Биологически активные вещества: витамины
	<b>Раздел 4 Биологически активные вещества: гормоны. Нуклеиновые кислоты</b>
	Тема 6 Биологически активные вещества: гормоны
	Тема 7 Нуклеиновые кислоты
	<b>Раздел 5 Биоэнергетика и метаболизм. Обмен углеводов</b>
	Тема 8 Биоэнергетика и метаболизм.
	Тема 9 Обмен углеводов
<b>Раздел 6 Обмен липидов и белков</b>	
Тема 10 Обмен липидов	
Тема 11 Обмен белков	
<b>Раздел 7 Обмен нуклеиновых кислот и водно-минеральный обмен</b>	
Тема 12 Обмен нуклеиновых кислот	
Тема 13 Водно-минеральный обмен	
<b>Раздел 8 Биохимия биологических жидкостей и тканей</b>	
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
<b>ОПК-1 Способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий</b>	<p>Этап 1. основные закономерности протекания ферментативных реакций;</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>
<b>ПК-1 Владение культурой мышления, способен к обобщению, анализу, восприятию информации, постановке цели и выбору путей её достижения</b>	<p>Этап 1. природу сил, стабилизирующих различные конформационные состояния системы фермент-субстрат;</p> <p>Этап 2. основные закономерности протекания ферментативных реакций.</p>	<p>Этап 1. Уметь делать обобщения и выводы на основе результатов серии экспериментов;</p> <p>Этап 2. Уметь планировать эксперимент для решения поставленной задачи.</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>
<b>ПК-2 Использует основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности</b>	<p>Этап 1. Знать механизмы реакций, катализируемых ферментами;</p> <p>Этап 2. Знать</p>	<p>Этап 1. Уметь планировать эксперимент для решения поставленной задачи;</p>	<p>Этап 1. Владеть методами прогнозирования результатов эксперимента по регуляции</p>

	молекулярные механизмы регуляции действия ферментов.	Этап 2. Уметь прогнозировать результаты эксперимента.	ферментативных реакций протекающих в животных организмах; Этап 2. Владеть лабораторными методами определения скорости ферментативных реакций.
<b>ПК-3 способен прогнозировать последствия изменений условий кормления, содержания животных</b>	Этап 1. Знать кинетику ферментативных реакций; Этап 2. современные методы изучения ферментативного катализа,	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.	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;
<b>ПК-4 способен проводить зоотехническую оценку животных, основанную на знании их биологических особенностей</b>	Этап 1. Знать структуру активных центров ферментов; Этап 2. Знать факторы, определяющие эффективность и специфичность ферментативного катализа.	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 процессов в организмах животных.	Этап 1. Владеть методами выделения и очистки использования ферментов; Этап 2. Владеть техникой сбора биологического материала для лабораторных исследований.

<b>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</b>	Этап 1. Знать особенности изменения свойств ферментов предопределяющих возможности в регуляции метаболизма у животных;	Этап 1. Уметь пользоваться научно-популярной литературой, сетью интернет для профессиональной деятельности;	Этап 1. Владеть методами иммуноферментного анализа;
	Этап 2. Знать терминологию, используемую к кинетике и термодинамике ферментативных реакций	Этап 2. Уметь использовать полученные знания при оценке нарушений метаболических процессов при патологических состояниях организмов животных.	Этап 2. Владеть интерпретацией результатов лабораторных исследований и инструментальных методов диагностики ферментативной активности у животных.

#### 4. Объем дисциплины

Объем дисциплины «Кинетика ферментативных реакций» 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
<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
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	х	х	зачет	

	промежуточной аттестации				
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	Се- ме- ст- р	Объем работы по видам учебных занятий, академические часы										Код ы форм ируе мых комп стен 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 заян тиям	пром ежут очная аттес тация	
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
1.	<b>Раздел 1 Введение. Законы классической термодинамики в биохимии</b>	3	4	4	-	-	-	-	-	8	8	x	ОПК-1 ПК-1
1.1.	<b>Тема 1</b> Кинетика Михаэлиса-Ментен	3	2	2	-	-	-	-	-	4	4	x	ОПК-1 ПК-2 ПК-3
1.2.	<b>Тема 2</b> Влияние концентрации субстрата на кинетику реакции	3	2	2	-	-	-	-	-	4	4	x	ОПК-1 ПК-3 ПК-5
2.	<b>Раздел 2 Стационарная кинетика трехстадийных ферментативных реакций</b>	3	4	4	-	-	-	-	-	6	6	x	ОПК-1 ПК-3 ПК-4
2.1.	<b>Тема 3</b> Ограничения кинетики Михаэлиса-	3	4	4	-	-	-	-	-	6	6	x	ПК-2 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 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		пром ежут очная атгес тация
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	Ментен												ПК-5
3.	<b>Раздел 3 Влияние обратимых эффекторов на кинетику ферментативной реакции</b>	3	6	6	-	-	-	-	-	10	10	x	ОПК-1
3.1.	<b>Тема 4 Кинетический анализ двухстадийных ферментативных реакций, не подчиняющихся уравнению Михаэлиса-Ментен</b>	3	2	2	-	-	-	-	-	4	6	x	ОПК-1 ПК-4
3.2.	<b>Тема 5 Ингибирование избытком субстрата. Активация субстратом.</b>	3	4	4	-	-	-	-	-	6	4	x	ОПК-1 ПК-1 ПК-3 ПК-5
4.	<b>Тема 6 Факторы, влияющие на ферментативную активность. Влияние pH и температуры на кинетику ферментативных реакций</b>	3	6	6	-	-	-	-	-	10	10	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 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		пром ежут очная атгес тация
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
	<b>4</b>												ОПК-1 ПК-2 ПК-3
4.1.	<b>Кинетика ферментативных реакций</b>	3	2	2	-	-	-	-	-	4	6	x	
4.2.	<b>7 Кинетика ферментативных реакций, протекающих в нестационарном режиме. Экспериментальные методы исследования предстационарной кинетики. Релаксационные методы.</b>	3	4	4	-	-	-	-	-	6	4	x	ОПК-1 ПК-3 ПК-5
5.	<b>Контактная работа</b>	3	20	20	-	-	-	-	-	-	-	2	x
6.	<b>Самостоятельная работа</b>	3	-	-	-	-	-	-	-	34	34	-	x
7.	<b>Объем дисциплины в семестре</b>	3	20	20	-	-	-	-	-	34	34	2	x
8	<b>Всего по дисциплине</b>	x	20	20	-	-	-	-	-	34	34	0	x

## 5.2. Содержание дисциплины

### 5.2.1 – Темы лекций

№ п.п.	Наименование темы лекции	Объем, академические часы
Л-1	Введение. Законы классической термодинамики в биохимии	2
Л-2	Кинетика Михаэлиса-Ментен	2
Л-3	Влияние концентрации субстрата на кинетику реакции	2
Л-4	Стационарная кинетика трехстадийных ферментативных реакций	2
Л-5	Ограничения кинетики Михаэлиса-Ментен	2
Л-6	Влияние обратимых эффекторов на кинетику ферментативной реакции	2
Л-7	Кинетический анализ двухстадийных ферментативных реакций, не подчиняющихся уравнению Михаэлиса-Ментен	2
Л-8	Факторы, влияющие на ферментативную активность. Влияние рН и температуры на кинетику ферментативных реакций	2
Л-9	Нестационарная кинетика ферментативных	2
Л-10	Экспериментальные методы исследования предстационарной кинетики. Релаксационные методы.	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	Термодинамическая характеристика ферментативных реакций	2
ЛР-2	Кинетика ферментативных реакций	2
ЛР-3	Общие правила работы с ферментами	2
ЛР-4	Кинетика и термодинамика ингибиторов и активаторов	2
ЛР-5	Кинетические свойства аллостерических ферментов на примере аспараткарбамоилтрансферазы	2
ЛР-6	Применение метода Диксона к анализу нетривиальных типов ингибирования	2
ЛР-7	Ингибирование избытком субстрата. Активация субстратом	2
ЛР-8	Влияние рН и температуры на кинетику ферментативных реакций	2
ЛР-9	Экспериментальные методы исследования	2

	предстацонарной кинетики	
ЛР-10	Основа метода иммуноферментного анализа	
Итого по дисциплине		$\sum_{i=1}^n$ 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.	Кинетика Михаэлиса-Ментен	1. Стратегия изучения первичной структуры ферментов. 2. Классификация механизмов ферментативного катализа и схематическое представление; 3. Методы определения кинетических параметров	2
2.	Влияние концентрации субстрата на кинетику реакции	1. Классификация и номенклатура ферментов. 2. Термодинамическое равновесие	4
3.	Ограничения кинетики Михаэлиса-Ментен	1. Термодинамические методы выведения уравнений стационарной скорости. Метод Кинга-Альтмана;	6
4.	Кинетический анализ двухстадийных ферментативных реакций, не подчиняющихся уравнению	1. Графическое представление ферментативных реакций	4

	Михаэлиса-Ментен		
5	Ингибирование избытком субстрата. Активация субстратом.	1.Классификация ингибиторов; 2.Способы определения типов ингибирование по экспериментальным данным	10
6	Факторы, влияющие на ферментативную активность. Влияние рН и температуры на кинетику ферментативных реакций	1.рН-зависимости ферментативных реакций. 2. Температурные эффекты ферментативных реакций. Равновесные концентрации реагентов.	4
7	Кинетика ферментативных реакций, протекающих в нестационарном режиме. Экспериментальные методы исследования предстационарной кинетики. Релаксационные методы.	1.Равновесные концентрации реагентов; 2.Генетическая инженерия и энзимология	4
Итого по дисциплине			$\sum$ 34

#### 4. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

##### 6.1 Основная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Рубин А. Б. Кинетика биологических процессов. М.: Высшая школа, 2012, 303 с.
2. Галимова М. Ферментативная кинетика. М.: КомКнига, 2007, 320 с

##### 6.2 Дополнительная литература, необходимая для освоения дисциплины

1. Эмануэль Н. Химическая и биологическая кинетика. В 2 томах. М.: Наука, 2006, 324 с.
2. Березин И.В., Варфоломеев С.Д. Биокинетика. - М., 1979.
3. Березин И.В., Мартинек К. Основы физической химии ферментативного катализа. - М.: Высшая школа, 1977. - С. 216-225.
4. Варфоломеев Р.Д., Зайцев С.В. Кинетические методы в биохимических исследованиях. - М.: МГУ, 1982. - 344 с.
5. Введение в прикладную энзимологию / Под ред. И.В. Березина, К. Мартинек. - М., 1982.
6. Дженкс Б. Катализ в химии и энзимологии. - М., 1972.
7. Корниш-Боуден Э. Основы ферментативной кинетики. - М., 1982
8. Курганов Б.И. Аллостерические ферменты. - М.: Наука, 1978. - С. 11-41.
9. Лапина Г.П. Элементы кинетики ферментативных реакций. -Тверь: ТвГУ, 1998. - 66 с.
10. Ленинджер А. Основы биохимии. - М.: Мир, 1985. - 260 с.
11. Полторак С.М., Чухрай Е.С. Физико-химические основы ферментативного катализа. - М., 1971.

### **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. [www.xumik.ru](http://www.xumik.ru)
2. [www.rucont.ru](http://www.rucont.ru)
3. [www.eLibrary.ru](http://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	Термодинамическая характеристика ферментативных реакций	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	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)

			5102	
ЛР-2	Кинетика ферментативных реакций	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	Общие правила работы с ферментами	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	Кинетика и термодинамика ингибиторов и активаторов	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	Кинетические свойства аллостерических ферментов на примере аспартаткарбамоилтрансферазы	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	Применение метода Диксона к анализу нетривиальных типов ингибирования	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня, лабораторная посуда,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun)
ЛР-7	Ингибирование избытком субстрата. Активация субстратом	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	Влияние рН и температуры на кинетику ферментативных реакций	Кабинет биохимии	Шкаф вытяжной универсальн. Плитка электрическая., колбонагреватель, , спектрофотометр, термостат, весы, водяная баня,	1. Open Office 2. JoliTest (JTRun, JTEditor, TestRun) n

			лабораторная посуда,	
ЛР-9	Экспериментальные методы исследования предстационарной кинетики	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	Основа метода иммуноферментного анализа	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