

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РФ  
Федеральное государственное бюджетное образовательное  
учреждение высшего образования  
«ДАГЕСТАНСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

Биологический факультет

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ**

**Энзимология**

Кафедра биохимии и биофизики

Образовательная программа

06.03.01 Биология

Профиль подготовки

Биохимия

Уровень высшего образования

Бакалавриат

Форма обучения

очная

Статус дисциплины: вариативная часть ОД

Махачкала 2017

Рабочая программа дисциплины «Энзимология» составлена в 2017 году в соответствии с требованиями ФГОС ВО по направлению подготовки 06.03.01 Биология (уровень бакалавриат) от «07» августа 2017 г. № 944.

Разработчик(и):

кафедра биохимии и биофизики, Нурмагомедова Паризат Мусалаевна, к.б.н., доцент


Рабочая программа дисциплины одобрена:

на заседании кафедры биохимии и биофизики от «24» 03 2017 г., протокол № 7

Зав. кафедрой  Халилов Р.А.  
(подпись)

на заседании Методической комиссии биологического факультета от «28» марта 2017 г., протокол № 7.

/Председатель  Гаджиева И.Х.  
(подпись)

Рабочая программа дисциплины согласована с учебно-методическим управлением «30» марта 2017 г.   
(подпись)

## Аннотация рабочей программы дисциплины

Дисциплина **Энзимология** входит в *вариативную часть* обязательных дисциплин образовательной программы *бакалавриата*, по направлению

### **06.03.01 Биология, профиль подготовки Биохимия**

Дисциплина реализуется на биологическом факультете, кафедрой биохимии и биофизики. Содержание дисциплины **Энзимология** включает: принципы пространственной организации молекулы фермента; факторы определяющие эффективность и специфичность ферментативного катализа; типы катализа, используемые в ферментативных реакциях; классификацию ферментов; структуру и механизмы действия ферментов, специфичность действия ферментов, типы регуляции активности ферментов; изоферменты, мультиферментные комплексы.

Преподавание дисциплины предусматривает проведение следующих видов учебных занятий: *лекции, лабораторные работы и самостоятельную работу*. Рабочая программа дисциплины предусматривает проведение следующих видов контроля успеваемости в форме коллоквиумов, докладов, дискуссий, тестовых заданий, промежуточный контроль в форме *экзамена*.

Объем дисциплины включает *3 зачетные единицы*, в том числе в академических часах по видам учебных занятий: *14 часов лекций и 14 часов лабораторных занятий*.

Семестр	Учебные занятия						СРС в том числе экзамен	Форма промежуточной аттестации (зачет, дифференцированный зачет, экзамен)
	в том числе							
	Контактная работа обучающихся с преподавателем							
	Все го	из них						
Лекции		Лабораторные занятия	Практические занятия	КСР	консультации			
6	108	14	14		36		44+36	экзамен

### 1. Цели освоения дисциплины

Целями освоения дисциплины *Энзимология* являются: формирование представлений о теоретических основах ферментативных процессов, механизмах и их регуляции, а также приобретение навыков работы с ферментами и применение полученных знаний и навыков в решении профессиональных задач. Требования к уровню освоения содержания курса: в процессе освоения дисциплины формируются компетенции профиля «Биохимия», а также ОПК-4, ОПК-5.

## 2. Место дисциплины в структуре ООП бакалавриата

Дисциплина *Энзимология* входит в вариативную часть обязательных дисциплин образовательной программы по направлению *06.03.01 Биология, профиль-Биохимия*

Цикл **Б.3, вариативная часть**. Перед изучением курса студент должен освоить следующие дисциплины: общая биология, цитология, неорганическая и органическая химия, биохимия и молекулярная биология. У студента должна быть сформирована общекультурная компетенция «использует в познавательной и профессиональной деятельности базовые знания в области математики и естественных наук, применяет методы математического анализа и моделирования, теоретического и экспериментального исследования».

## 3. Компетенции формируемые в результате освоения дисциплины.

Компетенции	Формулировка компетенции из ФГОС ВО	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)
<b>ОПК-4</b>	Способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владение основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем.	<p><b>Знать:</b> - структурные основы белков; - особенности формирования структуры активного центра ферментов, связь их структуры с типом ферментативного катализа;</p> <p><b>Уметь:</b> - овладевать новыми научными знаниями в области энзимологии.</p>

		<b>Владеть:</b> - способностью обобщения и углубления знаний о структуре и свойствах ферментов, типах катализа ферментативных реакций.
<b>ОПК-5</b>	Способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности.	<b>Знать</b> - принципы клеточной организации биологических объектов; <b>Уметь:</b> - применять биофизические и биохимические основы знаний при изучении молекулярных механизмов жизнедеятельности; <b>Владеть:</b> -основами биофизических и биохимических механизмов регуляции жизнедеятельности.

#### 4. Объем, структура и содержание дисциплины.

4.1. Объем дисциплины составляет 3 зачетные единицы, 108 академических часа, в том числе: аудиторная работа - 54 часа (14ч. лекций. 14ч. лабораторных, из них 12ч. интерактивные занятия) и 44 часа сам. работа.

#### 4.2. Структура дисциплины.

№ п/п	Разделы и темы дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)	Самостоятельная	Формы текущего контроля успеваемости (по неделям семестра) Форма промежуточной аттестации (по семестрам)
-------	---------------------------	---------	-----------------	--	-----------------	---

				Лекции	Практические занятия	Лабораторные занятия	Контроль самост. раб.	
<b>Модуль 1.Строение ферментов и их классификация</b>								
1	Введение. Предмет энзимологии. Методы исследования ферментов.	6	1-2	2	2		6	
2	Структура ферментов. Коферменты.	6	3-4	2	2		4	
3	Классификация ферментов. Определение активности ферментов	6	5-6	2	2		4	
4	Механизм действия ферментов.	6	7-8	2	2		6	
	<i>Итого по модулю 1-36часов</i>	6	8	8	8		20	
<b>Модуль 2.Ферментативный катализ</b>								
5	Кинетика ферментативных реакций.		11-12	2	2		8	
6	Регуляция активности ферментов.		13-14	2	2		8	
7	Изоферменты. Мультимолекулярные ферментные системы.		15-16	2	2		8	
	<i>Итого по модулю 2: 36 часов</i>		6	6	6		24	
<b>Модуль 3</b>								
	<i>Экзамен</i>						36	
	<i>Итого</i>		14	14	14		80	

#### **4.3. Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам).**

##### **Модуль 1. Строение ферментов, классификация и механизм действия**

###### **Тема 1. Введение. Предмет и история развития энзимологии.**

Понятие о ферментах. История развития энзимологии. Связь энзимологии с другими науками. Задачи современной энзимологии.

###### **Тема2.Структура ферментов, уровни структурной организации ферментов.**

Ферменты –белки. Формирование структуры ферментных молекул. Типы связей, участвующие в формировании третичной структуры и

активного центра ферментов. Природа сил, стабилизирующая различные конформационные состояния системы фермент - субстрат (водородные связи, гидрофобные взаимодействия и др). Рибозимы – иРНК и рРНК, абзимы – каталитические антитела.

### ***Тема 3 Классификация и номенклатура ферментов.***

Принципы классификации ферментов. Современная номенклатура ферментов. Классы ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы. Примеры представителей каждого класса.

### ***Тема 4. Механизм действия ферментов.***

Образование фермент-субстратного комплекса. Модель Фишера. Принцип индуцированного соответствия Кошланда. Энергия активации. Специфичность действия ферментов.

## ***Модуль 2. Ферментативный катализ***

### ***Тема 5. Кинетика ферментативных реакций.***

Зависимость активности фермента от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса –Ментен. Термолабильность ферментов, зависимость активности ферментов от рН среды. Влияние концентрации фермента на скорость ферментативной реакции. Влияние активаторов и ингибиторов на активность ферментов.

### ***Тема 6. Регуляция активности ферментов***

Типы регуляции активности ферментов: изменение количества фермента; ограниченный протеолиз профермента; химическая модификация фермента; аллостерическая регуляция; внутриклеточная локализация ферментов (компарментализация).

### ***Тема7. Изоферменты. Мультимолекулярные ферментные системы.***

Изоферменты и особенности их структуры, четвертичная структура молекулы изофермента. Изоформы лактатдегидрогеназы.

Пируватдекарбоксилазный комплекс - пример мультимолекулярной ферментной системы.

**План лекций по курсу «Энзимология» направление «биология»,  
квалификация «бакалавр»**

№/№	Тема лекции	часы
1	Введение. Предмет энзимологии. Методы исследования ферментов.	2
2	Структура ферментов. Коферменты.	2
3	Классификация ферментов. Определение активности ферментов	2
4	Механизм действия ферментов.	2
5	Кинетика ферментативных реакций.	2
6	Регуляция активности ферментов.	2
7	Изоферменты. Мультимолекулярные ферментные системы. Пируватдекарбоксилазный комплекс.	2
	<b>Итого:</b>	<b>14часов</b>

**П Л А Н**

**лабораторных занятий по курсу «Энзимология»  
направление «биология» квалификация «бакалавр»**

№/№	Название лабораторной работы	Вид занятия	часы
1.	Предмет и задачи энзимологии. Методы выделения и исследования ферментов.	Семинар	2
2.	Определение активности амилазы слюны.	Лабораторная работа Интерактивное занятие	2
3.	Определение активности катепсина Д, зависимость от температуры инкубации.	Лабораторная работа. Интерактивное занятие.	2
4.	Определение активности катепсина Д, зависимость от времени инкубации.	Лабораторная работа. Интерактивное занятие	2
5.	Выделение ферментов различной субклеточной локализации.	Лабораторная работа. Интерактивное занятие	2
6	Определение активности аспартат и аланин аминотрансфераз в цитозоле и митохондриальной фракции.	Лабораторная работа. Интерактивное занятие	2
7	Влияние ингибиторов на активность ферментов.	Лабораторная работа. Интерактивное занятие	2
	<b>Итого:</b>		<b>14ч.</b>



## **5. Образовательные технологии**

### ***Активные инновационные методы обучения***

- неимитационные методы;
- неигровые имитационные методы;
- игровые имитационные методы (интерактивные методы) -

### ***Неимитационные методы:***

- проблемная лекция,
  - лекция визуализация,
  - лекция с запланированными ошибками,
  - лекция-пресс-конференция,
  - лекция-беседа, лекция-дискуссия;
- лекция с разбором конкретной ситуации, изложенной устно или в виде короткого диафильма, видеозаписи и т.п.; студенты совместно анализируют и обсуждают представленный материал;
- лекция-консультация, при которой до 50% времени отводится для ответов на вопросы студентов; в том числе с привлечением квалифицированных специалистов в области изучаемой проблемы.

### ***Неигровые имитационные методы:***

- кейс-метод, контекстное обучение,
- тренинг, конкурс профессионального мастерства;
- занятия с применением затрудняющих условий: временные ограничения, запрещения на использование определенных методик, информационная недостаточность;
- метод абсурда, заключающийся в предложении решить заведомо невыполнимую профессиональную задачу;
- методы группового решения творческих задач;
- метод Дельфи;
- метод дневников;

-метод развивающейся кооперации;

### ***Игровые имитационные методы***

(основные интерактивные методы):

-круглый стол, дискуссия, дебаты

-мозговой штурм (брейнсторм, мозговая атака);

-деловые и ролевые игры;

Case-study (анализ конкретных ситуаций, ситуационный анализ)

-мастер-класс

-проектирование

## **6. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы студентов.**

Самостоятельная работа студента над глубоким освоением фактического материала организуется в процессе подготовки к занятиям, по текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний. Пропущенные лекции отрабатываются в форме составления реферата по пропущенной теме.

Задания по самостоятельной работе разнообразны:

-качественные реакции на ферменты;

-оформление рабочей тетради с соответствующими методическими указаниями к работе, результатами работы и выводами по сделанной работе;

-обработка учебного материала по учебникам и лекциям, текущему, промежуточному и итоговому контролю знаний по модульно-рейтинговой системе;

-поиск и обзор публикаций и электронных источников информации при подготовке к занятиям, написании рефератов;

-работа с тестами и контрольными вопросами при самоподготовке;

-обработка и анализ статистических и фактических материалов, составление выводов на основе проведенного анализа.

Результаты самостоятельной работы контролируются преподавателем и учитываются при аттестации студента. При этом проводятся тестирование, экспресс-опрос на семинарских и лабораторных занятиях, заслушивание докладов, проверка письменных контрольных работ.

### ***Примерные контрольные вопросы и задания для самостоятельной работы***

1. Методы выделения и очистки ферментов.

2. Принципы пространственной организации молекулы фермента.
3. Методы исследования ферментов.
4. Важность нативной конформации для ферментативной молекулы.
5. Промежуточные состояния в процессе организации нативной конформации.
6. Принцип индуцированного соответствия при образовании фермент-субстратного комплекса (ФСК).
7. Регуляторные домены.
- 8.Связи и взаимодействия участвующие в стабилизации конформационных состояний системы «фермент-субстрат»
- 9.Каталитические антитела (абзимы) как примитивные ферменты.
- 10.Полифункциональные ферменты или мультиэнзимы.
- 11.Мембранные ферменты
- 12.Роль четвертичной структуры в регуляции активности ферментов.
- 13.Использование ферментов в медицине: энзимодиагностика и энзимотерапия.

**7. Фонд оценочных средств для проведения текущего контроля успеваемости, промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины.**

7.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы.

Компетенция	Знания, умения, навыки	Процедура освоения
ОПК-4	<p><b>Знать:</b> - методы выделения и исследования активности ферментов и необходимость формирования структуры активного центра ферментов;</p> <p><b>Уметь:</b> -обосновать связь структуры активного центра с типом ферментативного катализа;</p> <p>овладевать новыми научными знаниями в области энзимологии.</p> <p><b>Владеть:</b> - способностью обобщения и углубления знаний о структуре и свойствах ферментов, типах катализа ферментативных реакций.</p>	Устный опрос, письменный опрос
ОПК-5	<p><b>Знать</b> – особенности субклеточной локализации ферментов, связь с функцией и условиями функционирования;</p>	Письменный опрос

	<p><b>Уметь:</b> - применять биофизические и биохимические основы знаний при изучении молекулярных механизмов жизнедеятельности;</p> <p><b>Владеть:</b> - основами биофизических и биохимических механизмов регуляции жизнедеятельности.</p>	
--	--	--

7.2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций, описание шкал оценивания.

#### ОПК-4

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность применять принципы структурной и функциональной организации биологических объектов и владение основными физиологическими методами анализа и оценки состояния живых систем».

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворитель но	Хорошо	Отлично
Порогов ый	<p><b>Знать:</b> - структурные основы белков; - особенности формирования структуры активного центра ферментов, связь их структуры с типом ферментативного катализа;</p> <p><b>Уметь:</b> - овладевать новыми научными знаниями в области энзимологии.</p> <p><b>Владеть:</b> - способностью обобщения и углубления знаний о структуре и свойствах ферментов, типах катализа ферментативных реакций.</p>	<p><b>Знает</b> методы выделения и исследования активности ферментов и необходимость формирования структуры активного центра ферментов;</p>	<p><b>Умеет</b> обосновать связь структуры активного центра с типом ферментативного катализа; овладевать новыми научными знаниями в области энзимологии.</p>	<p><b>Владеет</b> способностью обобщать и углублять знания о структуре и свойствах ферментов, типах катализа ферментативных реакций</p>

## ОПК-5

Схема оценки уровня формирования компетенции «Способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности»

Уровень	Показатели (что обучающийся должен продемонстрировать)	Оценочная шкала		
		Удовлетворительно	Хорошо	Отлично
Пороговый	<b>Знать</b> - принципы клеточной организации биологических объектов; <b>Уметь</b> : - применять биофизические и биохимические основы знаний при изучении молекулярных механизмов жизнедеятельности; <b>Владеть</b> : - основами биофизических и биохимических механизмов регуляции жизнедеятельности.	<b>Знает</b> - принципы клеточной организации биологических объектов.	<b>Умеет</b> применять знание клеточной организации биологических объектов, а также биофизические и биохимические основы знаний при изучении молекулярных механизмов жизнедеятельности;	<b>Владеет</b> основами биофизических и биохимических механизмов регуляции жизнедеятельности и методами выделения и исследования активности ферментов.

Если хотя бы одна из компетенций не сформирована, то положительная оценки по дисциплине быть не может.

### 7.3. Типовые контрольные задания

#### Тематика рефератов

1. Полиферментные системы (мультиэнзимы) и их функциональные преимущества.
2. Ферментная система внутренней мембраны митохондрий. Ее функциональное назначение.

3. Регуляция активности ферментов.
4. Использование ферментов в медицине.
5. Белки теплового шока. Регуляторная роль шаперонов.
6. Использование ферментов в биотехнологии.
7. Происхождение ферментов и эволюция.
8. Роль ферментов в адаптации

*Примеры тестовых заданий:*

№вопрос 1

Какой кофермент участвует в переносе аминогруппы?

№да

ПФ

№нет

ТПР

№нет

FMN

№вопрос 1

Автором теории индуцированного соответствия в ферментативном катализе является

№да

Д.Кошланд

№нет

Л.Михаэлис

№нет

Дж.Бриггс

№нет

Дж.Холдейн-Э.Фишер

№вопрос 1

Какова природа ферментов?

№да

это белки

№нет

азотистые основания

№нет

нуклеиновые кислоты

№вопрос 1

Класс ферментов указывает на

№да

тип химической реакции, катализируемых данным ферментом

№нет

конформацию фермента

№нет

тип кофермента

№нет

строение активного центра фермента

№вопрос1

Аллостерические ферменты могут иметь

№да

несколько аллостерических центров

№нет

только один аллостерический центр

№нет

в процессе ферментативной реакции число аллостерических центров может меняться

№вопрос1

В мультферментных комплексах

№да

продукты превращения одного субстрата являются исходным субстратом для следующего фермента

№нет

все субстраты подобны друг другу

№нет

все субстраты отличаются друг от друга

№нет

все ферменты катализируют превращения одного и того же субстрата

№вопрос2

К коферментам относятся

№да

$NAD^+$

№да

витамин  $B_1$

№нет

пируват

№нет

тирозин

№вопрос2

Правильно характеризуют активный центр ферментов следующие положения

№да

это участок, непосредственно взаимодействующий с субстратом и участвующий в катализе

№да

между активным центром и субстратом имеется комплементарность

№да

активный центр составляет относительно небольшую часть молекулы фермента

№нет

в активный центр входят только полярные аминокислоты

Установить соответствие между субстратом, определяемым с помощью ферментного электрода и ферментом, входящим в состав ферментного электрода:

1. Мочевина
2. Глюкоза
3. Этанол
4. Лактат
5. Аспарагин

№да

уреаза

№да

глюкозооксидаза

№да

алкогольдегидрогеназа

№да

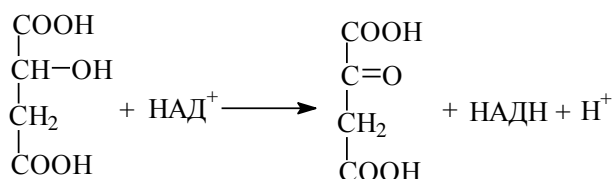
лактатдегидрогеназа

№да

аспарагиназа

№вопрос5

Назовите класс фермента, катализирующий следующую реакцию



№да

оксидоредуктазы

№вопрос5

Числовое значение субстрата, при котором скорость реакции равна половине максимальной называется константой \_\_\_\_.

№да

Михаэлиса

### Примерный перечень вопросов к экзамену

1. История становления энзимологии как науки.
2. Методы выделения и очистки ферментов.
3. Методы исследования ферментов. Единицы выражения ферментативной активности.
4. Принципы пространственной организации молекулы фермента.
5. Важность нативной (третичной) конформации для ферментативной молекулы.
6. Роль первичной структуры белковой молекулы в образовании нативной конформации.
7. Внутриклеточная локализация ферментов.
8. Ферменты митохондрий. Физиологическая роль.



9. Ферменты лизосом. Физиологическая роль.
10. Активный центр ферментативной молекулы. Образование фермент-субстратного комплекса.
11. Механизмы действия ферментов.
12. Зависимость активности фермента от концентрации субстрата.
13. Зависимость активности фермента от концентрации фермента.
14. Зависимость активности фермента от pH.
15. Зависимость активности фермента от температуры.
16. Действия ингибиторов и активаторов на активность фермента.
17. Коферменты.
18. Регуляция активности ферментов: изменением количества ферментов (индуцированный синтез);
19. Регуляция активности ферментов: путем ограниченного протеолиза, с участием протеолитических ферментов;
20. Регуляция активности ферментов: химическая модификация фермента;
21. Регуляция активности ферментов: аллостерическая регуляция;
22. Регуляция активности ферментов: компартментализация.
23. Специфичность действия ферментов.
24. Типы катализа ферментативных реакций.
25. Связь ферментов и витаминов.
26. Тканевая специфичность. Локализация ферментов.
27. Пищеварительные ферменты.
28. Оксидоредуктазы – ферменты окислительно-восстановительных реакций. Примеры.
29. Трансферазы. Аминотрансферазы. Их роль в обмене аминокислот.
30. Метилтрансферазы. Их роль во внутриклеточном синтезе.
31. Гидролазы. Ацетилхолинэстеразы.
32. Пептид-гидролазы.
33. Лиазы. Декарбоксилазы. Их роль в синтезе физиологически активных аминов.
34. Аденилатциклаза. Ее физиологическая роль.
35. Изомеразы. Внутримолекулярные оксидоредуктазы. Трансферазы и лиазы.
36. Лигазы. Аминоацил-т-РНК-синтетазы.
37. ДНК-лигаза.
38. Роль ферментов в адаптации.
39. Происхождение ферментов и эволюция.
40. Кофакторы.
41. Роль металлов в каталитическом действии ферментов. Металлопорфирины.
42. Изоферменты.
43. Шапероны. Их структура и функция.
44. Значение ферментов в энзимодиагностике.
45. Значение ферментов в энзимотерапии.

7.4. Методические материалы, определяющие процедуру оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций.

Общий результат выводится как интегральная оценка, складывающаяся из текущего контроля - 50% и промежуточного контроля - 50%.

Текущий контроль по дисциплине включает:

- посещение занятий – 20 баллов,
- выполнение лабораторных заданий -40 баллов,

Промежуточный контроль по дисциплине включает:

- устный опрос - 35баллов,
- письменная контрольная работа - 35 баллов,
- тестирование - 30 баллов.

## **8. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины.**

### *Основная литература*

1. Варфоломеев С.Д. Химическая энзимология. М. Академкнига.-2005
- 2.Виноградова Р.П. Молекулярные основы действия ферментов. Киев: Вища школа, 1978.
- 3.Диксон М., Уэбб Э. «Ферменты» в 3-х томах. М.: Мир, 1982.
- 4.Кольман Я., Рем К.-Г. Наглядная биохимия. М.: Мир, 2000. – 469 с.
- 5.Кретович В.Л. Введение в энзимологию. М.: Наука, 1988.
- 6.Ленинджер А. «Основы биохимии» в 3-х томах. М.: Мир, 1985.
- 7.Мейланов И.С. Энзимология. Махачкала, 1999, 132 с.
- 8.Мосс Д.В., Баттерворт П. Дж. Энзимология и медицина. М.: Медицина, 1978. 287 с.
- 9.Уайт А., Хендлер Ф., Смит Э., Хилл Р., Леман И. «Основы биохимии» в 3-х томах. М.: Мир, 1981.
- 10.Фридрих П. Ферменты: четвертичная структура и надмолекулярные комплексы. М.: Мир, 1986. – 32 с.
- 11.Харборн Дж. Введение в экологическую биохимию. М.: Мир, 1985. - 311 с.
- 12.Хочачка и Сомеро Биохимическая адаптация. М.: Мир, 1988, с. 568.

### *Электронные варианты книг:*

1. Гидранович, В. И., Гидранович А.В. Биохимия : учебное пособие. - Минск : Тетра Системс, 2010. - 528 с. [www.biblioclub.ru/book/78408/](http://www.biblioclub.ru/book/78408/)
2. Димитриев А. Д., Амбросьева Е. Д. Биохимия: Учебное пособие. М.: Дашков и Ко, 2012. 168 с.

[http://www.biblioclub.ru/114131\\_Biokhimiya\\_Uchebnoe\\_posobie.html](http://www.biblioclub.ru/114131_Biokhimiya_Uchebnoe_posobie.html)

3. Кольман Я., Рем К.-Т. Наглядная биохимия. М.: Мир, 2000, 469 с.  
<http://www.xumuk.ru/biochem/352.html>.
4. Комов, В. П., Шведова В. Н. Биохимия : учеб. для вузов — 3-е изд., стереотип. — М. : Дрофа, 2008. — 638, [2] с.  
<http://www.biblioclub.ru/book/53454/>
5. Плакунов В. К., Николаев Ю.А.. Основы динамической биохимии: учебник /— М.: Логос, 2010. — 216 с.  
[www.biblioclub.ru/book/84985/](http://www.biblioclub.ru/book/84985/)
6. Каталог общеобразовательных сайтов. На сайте представлена коллекция сайтов, имеющих учебный материал по большинству изучаемых дисциплин в вузах РФ. [www.Educatalog.ru](http://www.Educatalog.ru)

*Дополнительная литература*

- 1.Филлипович, Ю.Б. Биохимические основы жизнедеятельности человека / Ю.Б. Филлипович, А.С. Коничев, Г.А. Севастьянова, Н.М. Кутузова – М.: Владос, 2005.-407с.ъ
- 2.Биохимия / Под ред. акад. Е.С. Северина- М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008.- 768с.
- 3.Современное естествознание. В 10т. Т.8: Молекулярные основы биологических процессов: энциклопедия / Гл.ред. В.Н. Сойфер; ред. Ю.А. Владимиров. – М.: ИД Магистр – Пресс, 2000.- 408 с.
- 4.Кольман, Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рем. – М.: Мир, 2000. - 469с.
- 5.Комов, В.П. Биохимия / В.П. Комов, В.Н.Шведова.– М.: Дрофа, 2004.-639с.
6. . Медицинская биология.- под ред. В.П. Пишака, Ю.И.Бажоры. Учебник. Винница: Нова Книга, 2004.-656 с.

**9. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимых для освоения дисциплины.**

1. электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [edu.dgu.ru](http://edu.dgu.ru)
2. электронные образовательные ресурсы регионального ресурсного центра [rsc.dgu.ru](http://rsc.dgu.ru)
3. электронные образовательные ресурсы библиотеки ДГУ (EastViewInformation, Bibliophika, ПОЛПРЕД, Книгафонд, Elibrary.
- 4.[www.msu.su](http://www.msu.su). Московского государственного университета (включая доступ в библиотеку)
- 5.<http://isir.ras.ru/> - Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук.

7. <http://www.viniti.msk.su/> -Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).
8. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed> - База научных данных в области биомедицинских дисциплин.  
<http://isir.ras.ru/> - Интегрированная Система Информационных Ресурсов Российской Академии Наук.
9. <http://www.viniti.msk.su/> - Всероссийский Институт Научной и Технической Информации (ВИНИТИ РАН).
10. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Pubmed> - База научных данных в области биомедицинских наук.
11. [www.chem.qmul.ac.uk/iubmb](http://www.chem.qmul.ac.uk/iubmb) - Биохимическая классификация и номенклатура ферментов. Свободный доступ на сайте Международного союза биохимии и молекулярной биологии.
12. [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru), [www.nature.ru](http://www.nature.ru) - Учебники, научные монографии, обзоры, лабораторные практикумы в свободном доступе на сайтах практической молекулярной биологии.
13. [www.swissprot.com](http://www.swissprot.com) – свободный доступ к международной базе данных по первичным и 3D структурам ферментов.

## **10.Методические указания студентам**

### *Лекционный курс.*

Лекция является основной формой обучения в высшем учебном заведении. В ходе лекционного курса проводится систематическое изложение современных научных материалов, освещение основных проблем экологического мониторинга на различных уровнях его реализации. В тетради для конспектирования лекций необходимо иметь поля, где по ходу конспектирования студент делает необходимые пометки. Записи должны быть избирательными, полностью следует записывать только определения. В конспектах рекомендуется применять сокращения слов, что ускоряет запись. В ходе изучения курса «Энзимология» особое значение имеют формулы, схемы и поэтому в конспекте лекции рекомендуется делать все записи, сделанные преподавателем на доске, или указанные в наглядном пособии. Вопросы, возникшие у Вас в ходе лекции, рекомендуется, и после окончания лекции обратиться за разъяснением к преподавателю. Студенту необходимо

активно работать с конспектом лекции: после окончания лекции рекомендуется перечитать свои записи, внести поправки и дополнения на полях. Конспекты лекций следует использовать при выполнении лабораторно-практических занятий, при подготовке к экзамену, контрольным тестам, коллоквиумам, при выполнении самостоятельных заданий.

### ***Лабораторные занятия.***

Лабораторные занятия по **энзимологии** имеют целью ознакомить с методами выделения и определения активности ферментов. Прохождение всего цикла практических занятий является обязательным для получения допуска студента к зачету. В случае пропуска занятий по уважительной причине пропущенное занятие подлежит отработке.

В ходе лабораторных занятий студент под руководством преподавателя выполняет комплекс практических заданий, позволяющих закрепить лекционный материал по изучаемой теме научиться работать с методиками, информацией различного уровня.

Студент должен вести активную познавательную работу. Целесообразно строить ее в форме наблюдения, эксперимента и конспектирования. Важно научиться включать вновь получаемую информацию в систему уже имеющихся знаний. Необходимо также анализировать материал для выделения общего в частном и, наоборот, частного в общем.

## **11. Программное обеспечение и Интернет-ресурсы**

1. [www.molbiol.ru](http://www.molbiol.ru); <http://www.nature.web.ru>;
2. электронные образовательные ресурсы образовательного сервера ДГУ [edu.dgu.ru](http://edu.dgu.ru)
3. электронные образовательные ресурсы регионального ресурсного центра [rsc.dgu.ru](http://rsc.dgu.ru)
4. электронные образовательные ресурсы библиотеки ДГУ (EastViewInformation, Bibliophika, ПОЛПРЕД, Книгафонд,

elibrary, Электронная библиотека Российской национальной библиотеки,  
4.Российская ассоциация электронных библиотек //ELibrary  
Электронная библиотека РФФИ).

5. Международная база данных Scopus <http://www.scopus.com/home.url>

6. Научные журналы и обзоры издательства Elsevier  
<http://www.science-direct.com/>

7. Ресурсы Российской электронной библиотеки [www.elibrary.ru](http://www.elibrary.ru), включая  
научные обзоры журнала «Успехи биологической химии»  
<http://www.inbi.ras.ru/ubkh/ubkh.html>

## **12. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Лабораторная база кафедры биохимии и биофизики, в том числе лаборатории по молекулярной биологии.

Учебная литература (дополнительная и основная, «Практикум»), учебные и научно-популярные фильмы.

На лекционных и лабораторно-практических занятиях используются методические разработки, практикумы, наглядные пособия, тесты, компьютерные программы, а также компьютеры (для обучения и проведения тестового контроля), наборы слайдов и таблиц по темам, оборудование лабораторий кафедры, а также результаты научных исследований кафедры (монографии, учебные и методические пособия и т.д.).

*Перечень необходимых технических средств обучения и способы их применения:* 1.мультимедия-проектор – демонстрация 2.Компьютерное оборудование с использованием Интернет-ресурсов и обучающих программ. 3.DVD – демонстрация 4.презентация.