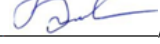


ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:  
на заседании кафедры биохимии  
и биотехнологии  
протокол № 10 от 11 февраля 2022 г.

Согласовано:  
Председатель УМК биологического  
факультета

 М.И. Гарипова

Зав. кафедрой  /С.А. Башкатов


**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

дисциплина Основы энзимологии

часть, формируемая участниками образовательных отношений

**программа бакалавриата**

Направление подготовки  
19.03.01 Биотехнология  
Направленность (профиль) подготовки  
Молекулярная биотехнология  
Квалификация  
бакалавр

Разработчик (составитель) К.б.н., доцент		/И.А. Шпирная
---	---	---------------

Для приема: 2022

Уфа 2022 г.

Составитель: к.б.н., доцент кафедры биохимии и биотехнологии И.А. Шпирная

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биохимии и биотехнологии протокол № 10 от 11 февраля 2022 г.

Заведующий кафедрой

 / С.А. Башкатов

## **Список документов и материалов**

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)
4. Фонд оценочных средств по дисциплине
  - 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотнесенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.
  - 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины
  - 5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины
  - 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине

**1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций**

По итогам освоения дисциплины обучающийся должен достичь следующих результатов обучения:

Категория (группа) компетенций (при наличии ОПК)	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине
Теоретические и практические основы профессиональной деятельности	УК -1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач	ИУК 1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач	Знать: типы реакций и химических процессов, основные методы определения и разделения химических соединений при ферментативных реакциях.
		ИУК 1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.	Уметь самостоятельно провести анализ активности ферментов с использованием физико-химических методов
		ИУК 1.3. Владеет: навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач	Владеть физико-химическими методами исследования биополимеров (белков-ферментов)

Проведение исследований, направленных на создание новых лекарственных средств; разработка методов мониторинга состояния окружающей среды с применением природоохранн ых биотехнологий	ПК-12 Осуществление работ по подтверждению соответствия продукции (услуг) и системы управления качеством	ПК-12.1. Знать основные понятия стандартизации и подтверждения соответствия	Знать принципы классификации и номенклатуры ферментов
		ПК-12.2. Знать порядок разработки, оформления, утверждения и внедрения документов по подтверждению соответствия;	Знать протоколы методик работы с ферментами
		ПК-12.3. Знать технические характеристики выпускаемой организацией продукции (услуг) и технология ее производства	Знать требования к техническим характеристикам ферментных препаратов

## 2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Основы энзимологии» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений.

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 семестре.

Цели изучения дисциплины: формирование у студентов знаний о строении биологических катализаторов - ферментов, механизмах действия и регуляции ими жизненных процессов, а также знакомство с практическими аспектами энзимологии.

## 3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)

Содержание рабочей программы представлено в Приложении № 1.

## 4. Фонд оценочных средств по дисциплине

### 4.1. Перечень компетенций и индикаторов достижения компетенций с указанием соотношенных с ними запланированных результатов обучения по дисциплине. Описание критериев и шкал оценивания результатов обучения по дисциплине.

Код и формулировка компетенции УК -1 Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ИУК 1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений;	Знать: типы реакций и химических процессов, основные методы определения и разделения химических соединений при	выставляется обучающемуся, обнаруживш ему пробелы в знаниях основного	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно	обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного

<p>основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач</p>	<p>ферментативных реакциях.</p>	<p>учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практически х заданий.</p>	<p>объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.</p>	<p>выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.</p>	<p>материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.</p>
<p>ИУК 1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Уметь самостоятельно провести анализ активности ферментов с использованием физико-химических методов</p>				
<p>ИУК 1.3. Владеет: навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач</p>	<p>Владеть физико-химическими методами исследования биополимеров (белков-ферментов)</p>				

Код и формулировка компетенции ПК-12 Осуществление работ по подтверждению соответствия продукции (услуг) и системы управления качеством

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
ПК-12.1. Знать основные понятия стандартизации и подтверждения соответствия	Знать принципы классификации и номенклатуры ферментов	выставляется обучающемуся, обнаружившему пробелы в знаниях основного учебного материала, допустившему принципиальные ошибки в выполнении предусмотренных программой практических заданий.	заслуживает обучающийся, обнаруживший знания основного учебного материала в объеме, необходимом для дальнейшей учебы и предстоящей работы по профессии, справляющийся с выполнением практических заданий, предусмотренных программой, знакомых с основной литературой, рекомендованной программой.	заслуживает обучающийся, обнаруживший полное знание учебного материала, успешно выполняющий предусмотренные в программе практические задания, усвоивший основную литературу, рекомендованную в программе.	обучающийся, обнаруживший всестороннее, систематическое и глубокое знание учебного материала, умение свободно выполнять практические задания, предусмотренные программой, усвоивший основную литературу и знакомый с дополнительной литературой, рекомендованной программой.
ПК-12.2. Знать порядок разработки, оформления, утверждения и внедрения документов по подтверждению соответствия;	Знать протоколы методик работы с ферментами				
ПК-12.3. Знать технические характеристики выпускаемой организацией продукции (услуг) и технология ее производства	Знать требования к техническим характеристикам ферментных препаратов				

**4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценивания результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с установленными в образовательной программе индикаторами достижения компетенций. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине.**

Код и наименование индикатора достижения компетенции	Результаты обучения по дисциплине	Оценочные средства

<p>ИУК 1.1. Знает: методы критического анализа и оценки современных научных достижений; основные принципы критического анализа и синтеза информации; основы системного подхода при решении поставленных задач</p>	<p>Знать: типы реакций и химических процессов, основные методы определения и разделения химических соединений при ферментативных реакциях.</p>	<p>тестирование, контрольная работа</p>
<p>ИУК 1.2. Умеет: получать новые знания на основе анализа и синтеза информации; собирать и обобщать данные по научным проблемам, относящимся к профессиональной области; осуществлять поиск информации и применять системный подход для решения поставленных задач; определять и оценивать практические последствия возможных решений задачи.</p>	<p>Уметь самостоятельно провести анализ активности ферментов с использованием физико-химических методов</p>	<p>тестирование, контрольная работа</p>
<p>ИУК 1.3. Владеет: навыками исследования проблем профессиональной деятельности с применением анализа, синтеза и других методов интеллектуальной деятельности; выявления научных проблем и использования адекватных методов для их решения; формулирования оценочных суждений при решении профессиональных задач</p>	<p>Владеть физико-химическими методами исследования биополимеров (белков-ферментов)</p>	<p>тестирование, контрольная работа</p>
<p>ПК-12.1. Знать основные понятия стандартизации и подтверждения соответствия</p>	<p>Знать принципы классификации и номенклатуры ферментов</p>	<p>тестирование, контрольная работа</p>
<p>ПК-12.2. Знать порядок разработки, оформления, утверждения и внедрения документов по подтверждению соответствия;</p>	<p>Знать протоколы методик работы с ферментами</p>	<p>тестирование, контрольная работа</p>



ПК-12.3. технические характеристики выпускаемой организацией (услуг) и технология ее производства	Знать	Знать требования к техническим характеристикам ферментных препаратов	тестирование, работа контрольная
---	-------	--	--

Критериями оценивания при *модульно-рейтинговой системе* являются баллы, которые выставляются преподавателем за виды деятельности (оценочные средства) по итогам изучения модулей (разделов дисциплины), перечисленных в рейтинг-плане дисциплины (*для экзамена*: текущий контроль – максимум 40 баллов; рубежный контроль – максимум 30 баллов, поощрительные баллы – максимум 10; *для зачета*: текущий контроль – максимум 50 баллов; рубежный контроль – максимум 50 баллов, поощрительные баллы – максимум 10).

Шкалы оценивания:

(*для экзамена*:

от 45 до 59 баллов – «удовлетворительно»;

от 60 до 79 баллов – «хорошо»;

от 80 баллов – «отлично»).

## Рейтинг – план дисциплины

### Основы энзимологии

направление/специальность 19.03.01 Биотехнология

курс 3, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
<b>Модуль 1</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Тестирование	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа	15	1	0	15
<b>Модуль 2</b>				
<b>Текущий контроль</b>				
1. Тестирование	10	2	0	20
<b>Рубежный контроль</b>				
1. Контрольная работа	15	1	0	15
<b>Поощрительные баллы</b>				
1. Участие в работе конференций, публикации, соответствующие профилю предмета	-	-	-	5
2. Дополнительное тестирование	-	-	-	5
<b>Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)</b>				
1. Посещение лекционных занятий	-	-	0	-6
2. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)	-	-	0	-10
<b>Итоговый контроль</b>				
1. Экзамен	10	3	0	30

### Экзаменационные билеты

#### Структура экзаменационного билета:

Экзаменационный билет состоит из трех теоретических вопросов, включенных в программу дисциплины. Каждый вопрос оценивается 10-ю баллами. Таким образом, максимальный балл, который можно получить на экзамене составляет 30 баллов. Баллы, полученные при сдаче экзамена, суммируются с баллами, полученными в ходе семестра.

**Примерный перечень вопросов для экзамена:** 1. Ферменты, их характеристика.

2. Практическое использование ферментов.

3. Химическая структура ферментов.

4. Строение активного центра.

5. Регуляторные и аллостерические ферменты.

6. Множественные формы ферментов. Изоферменты.

7. Мультиферментные комплексы (характеристика, особенности, значение, примеры).

8. Механизм ферментативной реакции.

9. Теории взаимодействия фермента и субстрата.

10. Термодинамическая характеристика ферментативной реакции.

11. Основные понятия химической кинетики.

12. Скорость химической реакции. Зависимость скорости от концентрации фермента и субстрата.

13. Зависимость скорости протекания реакции от времени.

14. Уравнение Михаэлиса-Ментен.

15. Кинетические параметры ( $V_{max}$ ,  $K_s$ ,  $K_m$ ), их физический смысл и способы определения.
16. Влияние условий (температуры и pH) на скорость ферментативной реакции.
17. Ингибиторы ферментативных реакций: определение, классификация, примеры.
18. Влияние ингибиторов на основные кинетические параметры.
19. Специфичность ферментативного катализа.
20. Методы выделения и очистки ферментов.
21. Методы проверки чистоты фермента.
22. Методы определения активности ферментов..
23. Методы изучения функциональных групп фермента.
24. Методы изучения механизма ферментативной реакции.
25. Структура активного центра и механизм действия АХЭ.
26. Структура и механизм действия Na,K-АТФ-азы.
27. Механизм действия  $Ca^{2+}$ -АТФ-азы.
28. Структура и механизм действия АТФ-синтетазы.
29. Способы выражения ферментативной активности.
30. Причины увеличения скоростей реакций, катализируемых ферментами.

**Образец экзаменационного билета:**

Утверждено

На заседании кафедры

биохимии и биотехнологии

Зав. кафедрой \_\_\_\_\_

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ  
 БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ  
 Дисциплина Основы энзимологии  
 Экзаменационный билет № 1

1. История развития энзимологии.
2. Механизм конкурентного ингибирования.
3. Укажите класс ферментов, катализирующих следующие реакции:
  - а) Ала + т РНК + АТФ → Ала – т - РНК + АМФ + ФФ
  - б) Глюкоза n + H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> → глюкозо – 1-фосфат + глюкоза (n-1)
  - в) Ацетилхолинхлорид + H<sub>2</sub>O → Холинхлорид + Ацетат
  - г) Ацетил-КоА + CO<sub>2</sub> + АТФ → малонил-КоА + АДФ + Ф

**Критерии оценки (в баллах):**

- **25-30 баллов** выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответы на все теоретические вопросы билета, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов, умение применять теоретические знания при выполнении практических заданий. Студент без затруднений ответил на все дополнительные вопросы. Практическая часть работы выполнена полностью без неточностей и ошибок;

- **17-24 баллов** выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий. При ответе на дополнительные вопросы допущены небольшие неточности. При выполнении практической части работы допущены несущественные ошибки;

- **10-16 баллов** выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами. Заметны пробелы в знании

основных методов. Теоретические вопросы в целом изложены достаточно, но с пропусками материала. Имеются принципиальные ошибки в логике построения ответа на вопрос. Студент не решил задачу или при решении допущены грубые ошибки;

- **0-10 баллов** выставляется студенту, если он отказался от ответа или не смог ответить на вопросы билета, ответ на теоретические вопросы свидетельствует о непонимании и крайне неполном знании основных понятий и методов. Обнаруживается отсутствие навыков применения теоретических знаний при выполнении практических заданий. Студент не смог ответить ни на один дополнительный вопрос.

### **Тестирование**

Тестирование является одной из форм текущего контроля и позволяет преподавателю проверить сформированный уровень знаний по дисциплине. Тесты могут включать в себя вопросы с множественным выбором.

Каждый из тестовых вариантов включает в себя 10 вопросов, каждый из которых оценивается в 1 балл. В случае частичного или неверно выполненного задания результат ответа признается равным 0. Общий итог тестирования рассчитывается путем суммирования баллов за правильные ответы.

### **Критерии оценивания**

10 баллов ставится, если обучающийся:

- студент дал правильные ответы на 8-10 вопросов теста.

6-8 баллов ставится, если обучающийся:

- студент дал правильные ответы на 6-7 вопросов теста.

3-5 баллов ставится, если обучающийся:

- студент дал правильные ответы на 5 вопросов теста.

0-2 балла ставится, если обучающийся:

- студент дал правильные ответы на 4 или менее вопросов теста.

### **Примеры тестовых заданий по теме «Методы определения активности ферментов».**

#### **1. 1 катал – это:**

1. Концентрация катализатора, 1 моль/л
2. Скорость реакции без фермента
3. Активность фермента, превращающего 1 моль субстрата в секунду
4. Активность одной молекулы фермента

#### **2. Международная (стандартная) единица активности фермента – это:**

1. Количество фермента, которое катализирует превращение 1 мкм субстрата за 1 мин
2. Активность, отнесенная к 1 мг белка
3. Число молекул субстрата, превращаемых одной молекулой катализатора за единицу времени.
4. Активность катализатора в расчете на его молекулярную массу.

#### **3. Удельная активность фермента - это:**

1. Активность, выраженная в единицах активности на 1 мг (или 1 г) белка
2. Активность, выраженная в единицах активности на 1 мг (или 1 г) массы образца
3. Активность, выраженная в единицах активности на 1 мл (или 1 л) раствора
4. Активность, выраженная в единицах активности на 1 моль белка.

#### **4. Для определения активности протеаз по степени гидролизу белкового субстрата наиболее предпочтительным является метод:**

1. Абсорбционной спектроскопии
2. Инфракрасной спектроскопии
3. Флуоресцентной спектроскопии
4. Фотоколориметрический метод

**5. Поляриметрический метод можно использовать для определения активности**

1. Инвертазы
2. Каталазы
3. Аланинаминотрансферазы
4. Химотрипсина

**6. Аппарат Варбурга используются для анализа ферментативных реакций происходящих:**

1. С выделением газов
2. С изменением рН
3. С образованием оптических изомеров
4. С образованием окрашенных продуктов

**7. Окислительно-восстановительные с участием редокс – пар реакции можно изучать методом:**

1. Потенциометрии
2. Манометрии
3. рН – стага
4. Люминометрии

**8. Методом люминесцентного анализа можно определять очень низкие концентрации веществ:**

1. АТФ, НАД(Ф)Н, ФМН
2. АТФ, БСА, НАД(Ф)Н
3. БСА, ФМН, НАД(Ф)Н
4. Нет правильного ответа

**9.** Сергей и Николай приготовили растворы слюны, концентрация белка в которых составила 0,6 и 0,8 мг/мл соответственно. После этого они взяли по 1 мл раствора крахмала с концентрацией 10 мМ (в пересчете на **глюкозу**), добавили по 1 мл раствора слюны, проинкубировали 10 минут, и снова измерили концентрацию крахмала. Она составила 4 мМ и 3 мМ (в пересчете на **глюкозу**) соответственно. Рассчитайте удельную активность расщепляющего крахмал фермента в слюне Сергея и Николая, выразив результат в следующих единицах:

**микромоль глюкозы/мин на 1 мг белка.**

Удельная активность фермента в слюне Сергея	Удельная активность фермента в слюне Николая

10. Оптимум рН исследуемого фермента 1,5 - 2,0. Его субстратами являются природные полимеры, а продукты дают положительную биуретовую реакцию. Назовите класс, подкласс энзима, его эмпирическое название, субстрат и продукты реакции.

### **Контрольная работа**

Средство рубежного контроля остаточных знаний и умений, состоящее из трех вопросов или заданий, которые студент должен решить, выполнить. Контрольная работа выполняется письменно на практическом занятии под контролем преподавателя.

### **Критерии оценивания**

За ответы на вопросы студент может получить максимально 15 баллов за 3 вопроса. Каждый ответ на вопрос оценивается отдельно в 5 баллов, после чего все баллы суммируются в итоговую оценку.

- 5 баллов выставляется студенту, если студент дал полные, развернутые ответ на теоретические вопрос билет, продемонстрировал знание функциональных возможностей, терминологии, основных элементов.
- 4 балла выставляется студенту, если студент раскрыл в основном теоретические вопросы, однако допущены неточности в определении основных понятий.
- 2-3 балла выставляется студенту, если при ответе на теоретические вопросы студентом допущено несколько существенных ошибок в толковании основных понятий. Логика и полнота ответа страдают заметными изъянами.
- 1 балл выставляется студенту, если ответ студент плохо ориентируется в вопросе, допускает грубые ошибки.
- 0 баллов выставляется студенту, если ответа на вопрос нет.

### **Примеры вопросов для контрольной работы:**

#### 1. "Строение и механизмы действия ферментов"

1. Химическая природа ферментов.
2. Особенности ферментативных реакций.
3. Принципы классификация ферментов.
4. Принципы номенклатуры ферментов.
5. Единицы активности ферментов.
6. Коферменты и простетические группы, их важнейшие представители.
7. Первичная, вторичная, третичная, четвертичная структура ферментов.
8. Активный центр, его строение и функция.
9. Роль мультидоменной организации молекулы фермента, значение подвижности доменов в катализе.
10. Общий кислотно-основной катализ.
11. Ковалентный катализ.
12. Строение и механизм действия кофермента ФАД.
13. Строение и механизм действия кофермента А.
14. Фермент-субстратный комплекс. Перечислите силы, стабилизирующие различные конформационные состояния системы фермент-субстрат.
15. Строение и механизм действия пиридоксальфосфата. Объяснить участие этого кофермента в разных по механизму реакциях.
16. Механизм действия рибонуклеаз.
17. Характеристика флавиновых ферментов.
18. Роль металлов в каталитическом действии ферментов.
19. Механизм действия лизоцима.

## 2. "Кинетика ферментативных реакций"

1. Общее понятие о катализе. Снижение энергии активности при ферментативном катализе.
2. Понятие константы Михаэлиса и максимальной скорости, их значения при исследовании механизма ферментативных реакций, методы их определения.
3. Механизмы двухсубстратных ферментативных реакций.
4. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата.
5. Определение кинетических констант методом Лайнуивера и Берка.
6. Зависимость скорости реакции от температуры.
7. Зависимость скорости реакции от pH.
8. Виды ингибирования.
9. Необратимое ингибирование ферментов.
10. Механизм конкурентного ингибирования и его значение.
11. Кинетика действия аллостерических ферментов.
12. Проферменты.
13. Обратимость действия ферментов.
14. Изоферменты. Ферментная система.
15. Стереохимическая специфичность действия ферментов.

## 5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

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

#### Основная литература:

- Авдеева, Л.В. Биохимия: Учебник / Л.В. Авдеева, Т.Л. Алейникова, Л.Е. Андрианова; Под ред. Е.С. Северина. - М.: ГЭОТАР-МЕД, 2015. - 768 с.
2. Таганович А. Д. Биологическая химия [Электронный ресурс] : учебник / А. Д. Таганович [и др.].— Минск :Вышэйшая школа, 2013 .— 672 с. —  
<URL:<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=235731&sr=1#>>.

#### Дополнительная литература:

1. Киреева Н. А., Бакаева М. Д. Биохимия витаминов : учеб. пособие /; БашГУ .— Уфа : РИЦ БашГУ, 2010 .— 124 с.
2. Кнорре Д.Г. Биологическая химия : учеб.для хим., биол. и мед. специальностей вузов / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина .— 3-е изд., испр. — М. : Высшая школа, 2000 .— 480 с. — Библиогр.: с. 466
3. Фомина М. В. Фармацевтическая биохимия [Электронный ресурс] : учеб.-метод. пособие / М. В. Фомина, Е. В. Бибарцева, О. Я. Соколова .— Оренбург : ОГУ, 2015 .— 109 с. <URL:[>](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=438993&sr=1).
4. Яруллина Л.Г., Ибрагимов Р.Г., Шпирная И.А., Цветков В.О. Цитохимические и биохимические методы исследования микроорганизмов - возбудителей болезней растений [Электронный ресурс] : учебное пособие / Башкирский государственный университет;— Уфа : РИЦ БашГУ, 2016.  
[>](http://biblioclub.ru/index.php?page=book_red&id=270262&sr=1).

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины, включая профессиональные базы данных и информационные справочные системы

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>

3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» - <https://biblioclub.ru/>
4. Научная электронная библиотека - elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) - [https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\\_titles\\_open.asp](https://elibrary.ru/projects/subscription/rus_titles_open.asp)
5. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
6. Электронная библиотека диссертаций РГБ - <http://diss.rsl.ru/>
7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования SCOPUS - <http://www.gpntb.ru>.
8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования WebofScience - <http://www.gpntb.ru>

**Перечень лицензионного программного обеспечения:**

1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная.
2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.
3. Statistica Advanced for Windows v.12 English / v.10 Russian Academic. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.

**6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине**

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Вид занятий	Наименование оборудования, программного обеспечения
1	2	3
Аудитория № 332	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Оборудование: учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор Panasonic PT-LB78VE, экран настенный Classic Norma.
Аудитория № 232	Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа	Оборудование: учебная мебель, доска, мультимедиа-проектор Panasonic PT-LB78VE, экран настенный Classic Norma.
Аудитория № 328	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы VIC, колориметр КФК УХЛ 4.2, концентратор центробежный Centri Vap Solvent System Labconco, ферментер, холодильник бытовой Бирюса, шкаф вытяжной – 2 шт.
Аудитория № 321 Лаборатория молекулярной биотехнологии	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Учебная мебель, лабораторный инвентарь, учебно-наглядные пособия, pH-метр ST2100-F, дозатор (пипетка) переменного объема ЛАЙТ – 10 шт., автоклав 23л МК, Tuttnauer, амплификатор многоканальный "Терцик", аппарат для гель-электрофореза, бокс микробиологической безопасности БМБ-"Ламинар-С"-1,2, весы HL-200, видеоокуляр TourCam 5.1 МП, TourTek, 2 кВт микроцентрифуга-Вортекс 1.5тыс.об/мин, сушижаровой шкаф 80 л, термостат 80 л, термостат твердотельный



		"Термит», трансиллюминатор ЕСХ-20 М, холодильник лабораторный ХЛ-340 "Позис", центрифуга MiniSpin Eppendorf, шейкер LOIP LS-110, шкаф вытяжной лабораторный ШВ-1,3-Ламинар-С.
Аудитория № 327	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Оборудование: учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран Classic Solution Norma настенный.
Аудитория № 319	Учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации	Лаборатория ИТ Оборудование: учебная мебель, доска, персональный компьютер: Intel Core i5-3470, 3,2 ГГц, ОЗУ 8,00 ГБ, Windows 7 профессиональная x64, ПЗУ 360 Гб (15 шт.)
Аудитория № 329	Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа	Учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, термостат ТСО 1/80 СПУ охлаждающий, центрифуга ОПН 3М, магнитная мешалка ММ-4, шкаф вытяжной – 2 шт.
Читальный зал №2	Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа к электронной информационно-образовательной среде	Научный и учебный фонд, научная периодика, ПК (моноблок) – 10 шт., неограниченный доступ к электронным БД и ЭБС, количество посадочных мест – 40 Перечень лицензионного программного обеспечения: 1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензия бессрочная. 2. Microsoft Office Standard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензия бессрочная.

ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

**СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ**

дисциплины Основы энзимологии на 8 семестр  
очная форма обучения

<b>Вид работы</b>	<b>Объем дисциплины</b>
Общая трудоемкость дисциплины (з.е. / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	32
лабораторных	32
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) (ФКР)	1,2
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР)	17,8
из них, предусмотренные на выполнение курсовой работы / курсового проекта	-
Учебных часов на подготовку к экзамену/зачету/дифференцированному зачету (Контроль)	45

Форма (ы) контроля:

Экзамен 6 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)				Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР		
1	2	3	4	5	6	7	8
1	<b>Введение в энзимологию</b> Что такое ферменты. История открытия и изучения ферментов. Место энзимологии среди других научных направлений и ее связь с химическими и биологическими дисциплинами.	2			2	Подготовка к тестированию	Тестирование
2	<b>Химическая структура ферментов</b> Химическая природа ферментов. Молекулярная структура ферментов. Активный и аллостерический центры. Контактный и каталитический участки активного центра. Функциональные отличия ферментов от низкомолекулярных катализаторов. Проферменты. Апоферменты и простетические группы сложных ферментов. Коферменты, кофакторы и их роль в каталитическом процессе.	2		4	2	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа
3	<b>Общие свойства ферментов</b> Синтез ферментов в клетке и его регуляция. Зимогены. Индукция и репрессия синтеза.	2	4		2	Подготовка к тестированию	Тестирование
4	<b>Классификация и номенклатура ферментов</b> Принципы классификации ферментов. Шифр фермента. Характеристика класса оксидоредуктаз. Трансферазы. Важнейшие представители этого класса и механизмы их действия. Биологическое значение трансферазных реакций. Коферменты трансфераз.	2	4	4	1	Подготовка к тестированию	Тестирование
5	<b>Классификация и номенклатура ферментов</b>	2			2	Подготовка к тестированию	Тестирование

	<p>Характеристика класса гидролаз. Роль реакций гидролиза в процессах катаболизма, протекающих в живых тканях и в пищевом сырье. Особенности строения и механизмы действия гидролаз.</p> <p>Лиазы. Особенности каталитического действия. Важнейшие представители. Изомеразы. Роль реакций изомерного превращения в биологических процессах. Механизм действия изомераз, примеры реакций.</p>						
6	<p><b>Методы определения активности ферментов.</b> Принципы и способы количественного определения активности ферментов. Достоинства и недостатки титриметрических методов. Сравнительная оценка спектрофотометрических методов.</p>	2	4	12	1	Подготовка к тестированию	Тестирование
7	<p><b>Методы, используемые в энзимологии.</b> Методы фракционирования и выделения ферментов. Получение ферментов в очищенном виде. Методы очистки ферментов. Методы исследования структуры ферментов и строения активного центра. Молекулярные аспекты специфичности ферментов. Теория происхождения фермента и субстрата.</p>	2	4	4	2	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа
8	<p><b>Термодинамическая характеристика ферментативных реакций.</b> Основные закономерности химической и ферментативной кинетики. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата. Теория Михаэлиса – Ментен. Кинетика ферментативных реакций. Константы скоростей образования и распада фермент-субстратных комплексов (малые константы). Определение константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции по методу Лайнуивера – Берка.</p>		4		2	Подготовка к тестированию	Тестирование
9	<p><b>Регуляция активности ферментов.</b> Энергия химической реакции. Уравнение Аррениуса. Энергетический барьер реакции и энергия активации неферментативных и ферментативных реакций. График зависимости активности фермента от температуры раствора. Анализ кривой.</p>		4		2	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа
10	<p><b>Регуляция активности ферментов.</b> Зависимость скорости реакции от значения pH раствора. Влияние pH на заряд ионогенных групп в молекулах белка. Изменения структуры фермента и реакционной способности</p>		4		2	Подготовка к тестированию	Тестирование

	активного центра при разных значениях pH. Оптимальное значение pH для ферментов и его биологическое значение.						
11	<b>Ингибирование функций ферментов.</b> Ингибиторы ферментов: классификация, механизмы действия. Обратимые и необратимые ингибиторы. Константы ингибирования. Конкурентное и аллостерическое ингибирование ферментов. Белковые ингибиторы ферментов. Ковалентная модификация структуры и активности ферментов.		4	4	0,8	Подготовка к контрольной работе	Контрольная работа
	<b>Всего часов:</b>	16	32	32	17,8		

