### МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РФ ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»

### БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено: на заседании кафедры биохимии и биотехнологии протокол № 5 от 18 февраля 2021 г.

Зав. кафедрой С.А. Башкатов

Согласовано: Председатель УМК биологического

факультета

М.И. Гарипова

### РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Основы энзимологии

Вариативная часть

программа бакалавриата

Направление подготовки \_19.03.01 Биотехнология

Направленность (профиль) подготовки «Молекулярная биотехнология»

Квалификация <u>Бакалавр</u>

Munf

Разработчик (составитель)

/И.А. Шпирная

Для приема: 2021 г.

Составитель: И.А.Шпирная, кандидат биологических наук, доцент кафедры биохимии и биотехнологии, доцент

Рабочая программа дисциплины утверждена на заседании кафедры биохимии и биотехнологии, протокол № 13 от 10 марта  $2020 \, \Gamma$ .

Заведующий кафедрой

\_\_\_\_\_/С.А. Башкатов

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, в том числе обновления программного обеспечения и профессиональных баз данных и информационных справочных систем, утверждены на заседании кафедры биохимии и биотехнологии протокол № 5 от 18 февраля 2021 г.

Заведующий кафедрой

/С.А. Башкатов

Дополнения и изменения, внесенные в рабочую программу дисциплины, в том числе обновления программного обеспечения и профессиональных баз данных и информационных справочных систем, утверждены на заседании кафедры биохимии и биотехнологии протокол N = 1 от «13» сентября 2021 г.

Заведующий кафедрой

**Годе** / С.А. Башкатов

### Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с	4
планируемыми результатами освоения образовательной программы	
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных	7
занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	8
4.1. Перечень компетенций с указанием этапов их формирования в процессе освоения	8
образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания	
компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания	
4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки	15
знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы	
формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.	
Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений,	
навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования	
компетенций	
4.3. Рейтинг-план дисциплины	28
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	30
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для	30
освоения дисциплины	
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и	31
программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного	32
процесса по дисциплине	

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

(с ориентацией на карты компетенций)

В результате освоения образовательной программы обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

	Результаты обучения	Формируемая компетенция (с указанием кода)	Примечан ие
Знания	Знать: -общие представления о химическом и ферментативном катализе; - молекулярные основы специфичности ферментов; - принципы классификации и номенклатуры ферментов; - кинетику действия ферментов; - физико-химические аспекты влияния температуры и рН среды на активность ферментов; - механизмы активации и ингибирования ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментовмолекулярные основы специфичности ферментов; -принципы классификации и номенклатуры ферментов	ОПК-3 - способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	
	Знать принципы технологического процесса в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения ферментативной активности при биотехнологических процессах - способы выделения и очистки ферментов; -кинетику действия ферментов -механизмы влияния различных факторов на активность ферментов; -механизмы активации и ингибирования ферментов; -принципы и методы определения активности ферментов; -методы выделения и очистки ферментов Знать принципы работы с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в области энзимологии	ПК-1- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции  ПК-8 - способность работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной	

Умения	Уметь: анализировать данные результатов исследований с помощью знаний о физических и химических основах строения, функционирования ферментов; - характеризовать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирования ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментов; -молекулярные основы специфичности ферментов.	ОПК-3 - способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы
	Уметь: применять знания о технологическом процессе в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции объяснять физические и химические основы строения, функционирования ферментов;  - характеризовать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирования ферментов;  - принципы и методы определения активности ферментов;  - способы получения и применения иммобилизованных ферментов;  -молекулярные основы специфичности ферментов.	ПК-1- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции
	Уметь применять знания о систематизации и обобщения информации работы с научнотехнической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности Уметь анализировать данные результатов систематизации и обобщения информации по работе с научно- технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности	ПК-8 - способность работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности

Владения (навыки / опыт деятельнос ти)	Владеть: методами анализа и оценки информации с помощью знаний о современной физической картине мира, пространственновременных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; терминологией и основными понятиями в области энзимологии для объяснения физическихих и химических основ - закономерности протекания и регуляции ферментативных процессов процессов; - механизмах воздействия физических и химических факторов на ферменты; - качественными и количественными методами определения активности ферментов	ОПК-3 - способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы	
	Владеть: методами анализа и оценки информации параметров технологического процесса в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции- навыками работы на лабораторных приборах; - методами математической и компьютерной обработкой результатов экспериментов - навыками работы на лабораторных приборах применяемыми в ферментативных исследованиях; -методами получения и анализа экспериментальных данных методами определения активности ферментов различных классов.	ПК-1- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции	
	Владеть понятийным и терминологическим аппаратом о работы с научно- технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности Владеть методами анализа и оценки информации о систематизации и обобщения информации по работе с научно- технической информацией	ПК-8 - способность работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности	

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

Дисциплина «Основы энзимологии» относится к вариативной части

Дисциплина изучается на <u>3</u> курсе в <u>5</u> семестре ОДО бакалавриата.

Для освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Физики (атомно-молекулярное учение, термодинамика, механика, оптика, электрические и электромагнитные свойства вещества); химии (неорганическая, органическая, аналитическая, физколлоидная). Предшествующими курсами, на которых непосредственно базируется данная дисциплина, являются «Цитология и гистология», «Биофизика полимеров», «Органическая химия», «Общая биология и микробиология», «Основы биохимии и молекулярной биологии», «Основы биотехнологии», «Динамическая биохимия».

**Целью** освоения дисциплины «Основы энзимологии»- является формирование у бакалавров знаний о строении биологических катализаторов - ферментов, механизмах действия и регуляции ими жизненных процессов, а также знакомство с практическими аспектами энзимологии.

#### Задачи

- сформировать представление о современном состоянии и перспективах развития науки о ферментах;
- ознакомить с классификацией ферментов, методами их изучения
- дать характеристику структурно-функциональной организации ферментов, механизмам действия, способам регуляции, получения и использования ферментов
- научить умению самостоятельного поиска и анализа информации , использованию ее в процессе научно-практической деятельности.

Для эффективного освоения данной дисциплины необходимы знания в области естественных наук, а именно: «Цитология и гистология», «Органическая химия», «Общая биология и микробиология», «Статическая биохимия», «Основы биотехнологии» «Динамическая биохимия».

Освоение компетенций дисциплины необходимы для изучения следующих дисциплин: Биофизика полимеров, Микробиология, вирусология, Физиология растений, Физиология человека и животных, Медицинская биотехнология, Медицинская биохимия.

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 с указанием этапов их формирования в процессе освоения образовательной программы. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Код и формулировка компетенции <u>ОПК-3 - способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно-временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы</u>

Этап	Планируемые	Критерии оценивания результатов обучения			
(уровень)			Критерии оценивания ре І		ПИ
освоения	результаты обучения				
	(показатели				
компетенции	достижения	2 («He	3		
	, ,	удовлетворите	(«Удовлетворительно	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
	заданного	льно»)	»)		
	уровня				
	освоения				
П-и	компетенций)	II	Посторожно	Посторожно	Посторожность
Первый этап	Знать: - общие	Не знает -	Демонстрирует в	Демонстриру	Демонстрирует
(уровень)	представления	общие	целом верное, с	ет уверенное	уверенное знание
	о химическом	представления	некоторым	знание -	теоретических
	И	о химическом	количеством	общие	основ,
	ферментатив-	И	неточностей и	представлени	современных
	ном катализе;	ферментативно	ошибок, знания о	О В	проблем и
	-	м катализе;	химическом и	химическом и	достижений
	молекулярные	-	ферментативном	ферментатив	энзимологии,
	основы	молекулярные	катализе;	ном катализе;	представления о
	специфичност	основы	- молекулярные	-	химическом и
	и ферментов;	специфичности	ОСНОВЫ	молекулярны	ферментативном
	- принципы	ферментов;	специфичности	е основы	катализе;
	классификаци	- принципы	ферментов;	специфичнос	- молекулярные
	И И	классификации	- принципы	ТИ	основы
	номенклатуры	И	классификации и	ферментов;	специфичности
	ферментов;	номенклатуры	номенклатуры	- принципы	ферментов;
	- кинетику	ферментов;	ферментов;	классификац	- принципы
	действия	- кинетику	- кинетику действия	ии и	классификации и
	ферментов;	действия	ферментов;	номенклатур	номенклатуры
	- физико-	ферментов;	- физико-химические	ы ферментов;	ферментов;
	химические	- физико-	аспекты влияния	- кинетику	- кинетику
	аспекты	химические	температуры и рН	действия	действия
	влияния	аспекты	среды на активность	ферментов;	ферментов;
	температуры и	влияния	ферментов;	- физико-	- физико-
	рН среды на	температуры и	- механизмы	химические	химические
	активность	рН среды на	активации и	аспекты	аспекты влияния
	ферментов;	активность	ингибирования	влияния	температуры и рН
	- механизмы	ферментов;	ферментов;	температуры	среды на
	активации и	- механизмы	- принципы и методы	и рН среды	активность
	ингибировани	активации и	определения	на активность	ферментов;
	я ферментов;	ингибирования	активности	ферментов;	- механизмы
	- принципы и	ферментов;	ферментов;	- механизмы	активации и
	методы	- принципы и	- способы получения	активации и	ингибирования
	определения	методы	и применения	ингибирован	ферментов;
	активности	определения	иммобилизованных	ия	- принципы и
	ферментов;	активности	ферментов.	ферментов;	методы
	- способы	ферментов;	-молекулярные	- принципы и	определения
	получения и	- способы	основы	методы	активности
	применения	получения и	пецифичности	определения	ферментов;
	иммобилизова	применения	ферментов;	активности	- способы
	нных	иммобилизова		ферментов;	получения и
	ферментов.	нных	-принципы	- способы	применения

	молекулярны е основы специфичнос ти ферментов; -принципы классификац ии и номенклатур ы ферментов	ферментов молекулярные основы специфичност и ферментов; -принципы классификаци и и номенклатуры ферментов .	классификации и номенклатуры ферментов	получения и применения иммобилизов анных ферментов.  молекулярные основы специфично сти ферментов;  принципы классификации и номенклатуры ферментов	иммобилизованны х ферментовмолекулярные основы специфичности ферментов; -принципы классификации и номенклатуры ферм нтов .
(уровень)	Уметь: анализирова ть данные результатов исследовани й с помощью знаний о физических и химических основах строения, функционир ования ферментов; - характери зовать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирован ия ферментов; - принцип ы и методы определения активности ферментов; - способ ы получения и применения иммобилизо ванных ферментов; - молекулярн ые основы специфичн	Не умеет объяснять физические и химические основы строения, функциониро вания ферментов; - характеризов ать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирован ия ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизов анных ферментов молекулярн ые основы специфчнос ти ферментов	На удовлетворительном уровне оперирует основными положениями; допускает негрубые ошибки. Понимает и умеет объяснять физические и химические основы строения, функционирования ферментов; - характеризовать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирования ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментовмолекулярные основы специфичности ферментов	Уверенно использует, но допускает ошибки при объяснении физических и химических основ строения, функционир ования ферментов; - характеризо вать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирова ния ферментов; - принципы и методы определени я активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизо ванных ферментов молекуляр ные основы специфичн ости	Понимает и умеет применять на практике для самостоятельного решения исследовательски х задач применять базовые теоретические положения физических основ строения, функционирова ния ферментов; характеризует отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирования ферментов; принципы и методы определения активности ферментов; способы получения и применения иммобилизован ных ферментов. молекулярные о новы специфичности ферментов

	1	T			
	ОСТИ			ферментов	
	ферментов.				
Третий этап	D	4 11	11-	\/	\(\frac{1}{2} = \frac{1}{2} =
(уровень)	Владеть:	1. Не владеет	На	Уверенно В 52 52 52 7	Уверенно
(уровень)	методами	методами	удовлетворительно	владеет	владеет и может
	анализа и	анализа и	м уровне, допуская отдельные негрубые	методами	эффективно пользоваться
	оценки	оценки		анализа и	
	информаци	информации	ошибки, владеет методами анализа	оценки	методами
	и с	с помощью	и оценки	информаци	анализа и
	помощью	знаний о	информации с	и с	оценки информации с
	знаний о	современной	помощью знаний о	помощью знаний о	помощью
	современно й	физической	современной		знаний о
		картине	физической	современно й	современной
	физической	мира,	картине мира,	и физической	физической
	картине	пространств	пространственно-	•	картине мира,
	мира,	енно-	временных	картине	пространственн
	пространств	временных	закономерностях,	мира, пространст	о- временных
	енно-	закономерно	строении вещества	венно-	закономерност
	временных	стях,	для понимания	временных	ях, строении
	закономерн	строении	окружающего	закономерн	вещества для
	остях,	вещества для понимания	мира и явлений	остях,	понимания
	строении		природы;	строении	окружающего
	вещества для	окружающег о мира и	терминологией и	вещества	мира и явлений
	понимания	явлений	основными	для	природы;
	окружающе	природы;	понятиями в	понимания	терминологией
	го мира и	терминологи	области	окружающ	и основными
	явлений	ей и	энзимологии для	его мира и	понятиями в
	природы;	основными	объяснения	явлений	области
	терминолог	понятиями в	физических и	природы;	ЭНЗИМОЛОГИИ
	ией и	области	химических	терминолог	для объяснения
	основными	энзимологии	основ	ией и	физических
	понятиями в	для	-	основными	И
	области	объяснения	закономерности	понятиями	химических
	энзимологи	физических	протекания и	в области	основ
	и для	И	регуляции	энзимологи	-
	объяснения	химических	ферментативных	и для	закономерност
	физических	основ	процессов	объяснения	и протекания и
	И	-	процессов;	физически	регуляции
	химических	закономерно	- механизмах во	хих и	ферментативны
	основ	сти	качественными и	химически	х процессов
	-	протекания	количественными	х основ	процессов;
	закономерн	и регуляции	методами	-	- механизма
	ости	ферментатив	определения	закономерн	X
	протекания	ных	активности	ости	воздейств
	и регуляции	процессов	ферментов	протекания	РИ
	ферментати	процессов;	ферментов	И	физических
	вных	- механиз		регуляции	И
	•			_ <del>-</del>	

П	процессов	мах	ферментат	химических
П	процессов;	качественны	ивных	факторов на
	- механи	ми и	процессов	ферменты;
	змах	количествен	процессов;	качественными
K	качественн	ными	- механ	И
Ь	ыми и	методами	измах	количественны
K	количествен	определения	качественн	ми методами
H	ными	активности	ыми и	определения
N	методами	ферментов	количестве	активности
C	определени	ферментов	ННЫМИ	ферментов
Я	Я		методами	TT
la	активности		определени	
d	ферментов		Я	
	TIT		активности	
			ферментов	

Код и формулировка компетенции ПК-1- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции

Этап	Планируемые	Крит	ерии оценивания резул	ьтатов обучения	
(уровень)	результаты	•			
освоения	обучения				
компетенции	(показатели	2 («He	3		5
	достижения	удовлетворитель	(«Удовлетворительн	4 («Хорошо»)	(«Отлично
	заданного уровня	но»)	o»)	, ,	»)
	освоения	,	,		ŕ
	компетенций)				
Первый этап	Знать				
(уровень)	принципы				
	технологическ				
	ого процесса в				
	соответствии				
	с регламентом				
	И				
	использовать				
	технические				
	средства для				
	измерения				
	ферментативн				
	ой активности				п
		Не знает (не	Π	Знает	Демонстри
	при	ориентируется)	Демонстрирует	достаточно в	рует
	биотехнологи	Допускает	частичные знания	базовом	высокий
	ческих	грубые ошибки	без грубых ошибок	объеме	уровень знаний
	процессах				зпапии
	- способы				
	выделения и				
	очистки				
	ферментов;				
	-кинетику				
	действия				
	ферментов				
	-механизмы				
	влияния				
	различных				
	факторов на				
	активность				
				1	<u> </u>

	1 .	Ι			
	ферментов;				
	-механизмы				
	активации и				
	ингибировани				
	я ферментов;				
	-принципы и				
	методы				
	определения				
	активности				
	ферментов;				
	-методы				
	выделения и				
	ОЧИСТКИ				
	ферментов				
Второй этап	Уметь:	1. Не умеет	На	Понимает и	Понимает
(уровень)	применять	самостоятельно	удовлетворительно	умеет	и умеет
	знания о	применять	м уровне объясняет	применять на	применять
	технологическо	знания о	применять знания	практике	на
	м процессе в	технологическ	0	знания о	практике для
	соответствии с	ом процессе в	технологическом	технологиче	самостоят
	регламентом и	соответствии с	процессе в	СКОМ	ельного
	использовать	регламентом и	соответствии с	процессе в	решения
	технические	использовать	регламентом и	соответстви	исследова
	средства для	технические	использовать	и с	тельских
	измерения	средства для	технические	регламентом	задач
	основных	измерения	средства для	И	знания о
	параметров	основных	измерения	использоват	технолог
	биотехнологиче	параметров	ОСНОВНЫХ	Б	ическом
	ских процессов,	биотехнологич	параметров	технические	процессе
	свойств сырья и	еских	биотехнологическ	средства для	В
	продукции	процессов,	их процессов,	измерения основных	соответст
	объяснять	свойств сырья	свойств сырья и	параметров	вии с
	физические и	и продукции	продукции объяснять	биотехнолог	регламен
	химические	объяснять		ических	том и
	основы	физические и	физические и	процессов,	использо
	строения,	химические	химические	свойств	вать
	функционирова	ОСНОВЫ	основы строения, функционировани	сырья и	техничес
	ния ферментов;	строения,		продукции	кие
	- характеризов	функциониров	я ферментов;	объяснять	средства
	ать отдельные	ания	- характеризоват ь отдельные	физические	для
	группы	ферментов;	группы	и	измерени
	ферментов;	- характеризо	ферментов;	химические	Я
	механизмы	вать отдельные	механизмы	основы	основных
	активации и	группы ферментов;	активации и	строения,	параметр
	ингибирования	ферментов, механизмы	ингибирования	функционир	ОВ
	ферментов;	активации и	ферментов;	ования	биотехно
	- принципы	ингибирования	- принципы и	ферментов;	логическ
	и методы	ферментов;	методы	- характери	ИХ
	определения	- принципы	определения	зовать	процессо
	активности	- принципы и методы	активности	отдельные	в, свойств
	ферментов;	определения	ферментов;	группы	
	- способы	активности	- способы	ферментов;	сырья и
	получения и	ферментов;	получения и	механизмы	продукци и
	применения иммобилизован	- способы	применения	активации и	и объяснят
	ных ферментов;	получения и	иммобилизованн	ингибирован	Ь
	пыл ферментов,		ых ферментов;	ия	٠

	применения	Монованамии	ферментов;	физическ
-	применения	-молекулярные		_
молекулярные	иммобилизова нных	ОСНОВЫ	- принци	ие и
основы		специфичности	пы и методы определения	химическ ие
специфичност	ферментов;	ферментов.	активности	основы
и ферментов.			ферментов;	
	молекулярные		- способы	строения, функцио
	основы		получения и	
	специфичност		~	нировани я
	и ферментов.		применения иммобилизо	ферменто
			ванных	ферменто в;
			ферментов;	- характ
			ферментов,	еризовать
			монакупари	отдельны
			молекулярн	е группы
			ые основы	ферменто
			специфично	<b>в</b> ;
			сти	механизм
			ферментов.	Ы
				активаци
				ии
				ингибиро
				вания
				ферменто
				В;
				- прин
				ципы и
				методы
				определе
				ния
				активнос
				ти
				ферменто
				В;
				- спос обы
				получени
				я и применен
				применен ия
				иммобил
				изованны
				X
				ферменто
				В;
				-
				молекул
				ярные
				основы
				специфи
				чности
				фермент
				ов.
				UB.

Третий этап	Владеть:	Не владеет	На	Уверенно	Владеет и
(уровень)	методами	методами	удовлетворительн	владеет	демонстр
(уровень)	анализа и	анализа и	ом уровне,	методами	ирует
	оценки	оценки	допуская	анализа и	самостоят
	информации	информации	отдельные	оценки	ельное
	параметров	параметров	негрубые ошибки,	информации	применен
	технологическо	технологическо	владеет методами	параметров	ие
	го процесса в	го процесса в	анализа и оценки	технологиче	навыков
	соответствии с	соответствии с	информации	ского	анализа и
	регламентом и	регламентом и	параметров	процесса в	оценки
	использовать	использовать	технологического	соответствии	информац
	технические	технические	процесса в	c	ИИ
	средства для	средства для	соответствии с	регламентом	параметр
	измерения	измерения	регламентом и	И	ОВ
	основных	основных	использовать	использовать	технологи
	параметров	параметров	технические	технические	ческого
	биотехнологиче	биотехнологич	средства для	средства для	процесса
	ских процессов,	еских	измерения	измерения	В
	свойств сырья и	процессов,	основных	основных	соответст
	продукции-	свойств сырья	параметров	параметров	вии с
	навыками	и продукции-	биотехнологическ	биотехнолог	регламент
	работы на	навыками	их процессов,	ических	ом и
	лабораторных	работы на	свойств сырья и	процессов,	использов
	приборах;	лабораторных	продукции-	свойств	ать
	- методами	приборах;	навыками работы	сырья и	техническ
	математической	- методами	на лабораторных	продукции-	ие
	и компьютерной	математической	приборах;	навыками	средства
	обработкой	и компьютерной	- методами математической и	работы на лабораторны	ДЛЯ
	результатов экспериментов	обработкой	компьютерной	х приборах;	измерени я
	- навыками	результатов	обработкой	- методами	основных
	работы на	экспериментов	результатов	математическ	параметр
	лабораторных	- навыками	экспериментов	ой и	ОВ
	приборах	работы на	- навыками	компьютерно	биотехно
	применяемыми	лабораторных	работы на	й обработкой	логически
	В	приборах	лабораторных	результатов	X
	ферментативны	применяемыми	приборах	эксперимент	процессо
	X	B	применяемыми в	ОВ	в, свойств
	исследованиях;	ферментативны	ферментативных	- навыками	сырья и
	-методами	X	исследованиях;	работы на	продукци
	получения и	исследованиях;	-методами	лабораторны	и-
	анализа	-методами	получения и	х приборах	навыками
	эксперименталь	получения и	анализа	применяемы	работы на
	ных данных.	анализа	экспериментальны	ми в	лаборатор
	- методами	экспериментал	х данных.	ферментатив	ных
	определения	ьных данных.	- методами	ных	приборах;
	активности	- методами	определения	исследовани	-
	ферментов	определения	активности	ях;	методами
	различных	активности	ферментов	-методами	математи
	классов.	ферментов	различных	получения и	ческой и
		различных	классов	анализа	компьюте
		классов.		эксперимент	рной
				альных	обработко
				данных.	й
				- методами	результат
				определения	OB
				активности	эксперим

		ферментов	ентов
		различных	-
		классов	навыками
			работы на
			лаборатор
			ных
			приборах
			применяе
			мыми в
			фермента
			тивных
			исследова
			ниях;
			-
			методами
			получени
			ЯИ
			анализа
			эксперим
			ентальны
			х данных.
			-
			методами
			определе
			кин
			активност
			И
			ферменто
			В
			различны
			х классов.

# Код и формулировка компетенции **ПК-8-** способность работать с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности

Этап	Планируемые	Критерии оценивания результатов обучения			
(уровень) освоения компетенции	результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	2 («Не удовлетворите льно»)	3 («Удовлетворите льно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать принципы работы с научно-технической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в области	Не знает (не ориентируется) Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний

	энзимологии				
Второй этап	Уметь	1. Не умеет	На	Понимает и	Понимает и
(уровень)	применять	самостоятельн	удовлетворитель ном уровне	умеет применять на практике	умеет применять на
	знания о систематизаци	о применять знания о	объясняет	знания о	практике для
	и и обобщения	технологичес	применять	технологическ	самостоятельно
	информации	ком процессе	знания о	ом процессе в	го решения
	работы с	В	технологическ	соответствии с	исследовательс ких задач
	научно-	соответствии	ом процессе в соответствии с	регламентом и использовать	знания о
	технической	с регламентом	регламентом и	технические	технологическ
	информацией, использовать	И	использовать	средства для	ом процессе в
	отечественный	использовать	технические	измерения	соответствии с регламентом
	и зарубежный	технические	средства для	основных	И
	ОПЫТ В	средства для	измерения основных	параметров биотехнологич	использовать
	профессиональ ной	измерения основных	параметров	еских	технические
	деятельности	параметров	биотехнологич	процессов,	средства для
	Уметь	биотехнологи	еских	свойств сырья	измерения основных
	анализировать	ческих	процессов,	и продукции	параметров
	данные	процессов,	свойств сырья и продукции	объяснять физические и	биотехнологи
	результатов	свойств сырья и	объяснять	химические	ческих
	систематизаци	продукции	физические и	основы	процессов,
	и и обобщения	объяснять	химические	строения,	свойств сырья и продукции
	информации	физические и	ОСНОВЫ	функциониров	объяснять
	по работе с	химические	строения, функциониров	ания ферментов;	физические и
	научно- технической	основы строения,	ания	- характеризо	химические
	информацией,	функциониро	ферментов;	вать отдельные	основы
	использовать	вания	- характеризо	группы	строения, функциониров
	отечественны	ферментов;	вать отдельные	ферментов;	ания
	йи	- характериз	группы ферментов;	механизмы активации и	ферментов;
	зарубежный	овать отдельные	механизмы	ингибирования	- характеризо
	опыт в	группы	активации и	ферментов;	вать
	профессионал	ферментов;	ингибирования	- принципы	отдельные группы
	ьной	механизмы	ферментов;	и методы	ферментов;
	деятельности	активации и ингибирован	- принципы и методы	определения активности	механизмы
		ингиоирован	определения	ферментов;	активации и
		ферментов;	активности	- способы	ингибировани
		- принцип	ферментов;	получения и	я ферментов; - принципы
		ы и методы	- способы	применения	и методы
		определения	получения и применения	иммобилизова нных	определения
		активности ферментов;	иммобилизова	ферментов;	активности
		Topinon,	нных		ферментов;
<u> </u>	•				

		- способы	ферментов;	-	- способы
		получения и	-	молекулярные	получения и
		применения	молекулярные	основы	применения
		иммобилизов	основы	специфичност	иммобилизова
		анных	специфичност	и ферментов.	нных
		ферментов;	и ферментов.	и ферментов.	ферментов;
		-	и ферментов.		-
		молекулярн			молекулярны
		ые основы			е основы
		специфично			специфичнос
		сти			ТИ
		ферментов.			ферментов.
Третий этап	Владеть	Не владеет	На	Уверенно	Владеет и
(уровень)	понятийным и	понятийным	удовлетворите	владеет	демонстрирует
() [)	терминологичес	И	льном уровне,	понятийным и	навыки
	ким аппаратом	терминологич	допуская	терминологиче	самостоятельн
	о работы с	еским	отдельные	СКИМ	ОГО
	научно-	аппаратом о	негрубые	аппаратом о	применения
	технической	работы с	ошибки,	работы с	понятий и
	информацией,	научно-	владеет	научно-	терминологии
	использовать	технической	понятийным и	технической	научно-
	отечественный	информацией	терминологиче	информацией,	технической
	и зарубежный	,	ским	использовать	информации,
	ОПЫТ В	использовать	аппаратом о	отечественный	использует
	профессиональн	отечественны	работы с	и зарубежный	отечественный
	ой деятельности	йи	научно-	ОПЫТ В	и зарубежный
	Владеть	зарубежный	технической	профессиональ	ОПЫТ В
	методами	опыт в	информацией,	ной	профессионал
	анализа и	профессионал	использовать	деятельности	ьной
	оценки	ьной	отечественный	-методами	деятельности
	информации о	деятельности	и зарубежный	анализа и	Владеет
	систематизаци	Не владеет	ОПЫТ В	оценки	методами
	и и обобщения	методами	профессиональ	информации о	анализа и
	информации	анализа и	ной	систематизац	оценки
	* *	оценки	деятельности	ии и	информации
	I	информации	-методами	обобщения	0
	научно-	0	анализа и	информации	систематизац
	технической	систематиза	оценки	по работе с	ии и
	информацией	ции и	информации о	-	обобщения
		обобщения	систематизац	научно-	информации
		информации	ии и	технической	1 1
		по работе с	обобщения	информацией	по работе с
		-	информации		научно-
		научно-	по работе с		технической
		технической	научно-		информацией
		информацие	технической		
		й	информацией		
			информацией		

Критериями оценивания 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;

Шкалы оценивания:

(для экзамена:

от 45 до 59 баллов — «удовлетворительно»; от 60 до 79 баллов — «хорошо»; от 80 баллов — «отлично».

# 4.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Этапы	Результаты обучения	Компетенция	Оценочные средства
освоен			
ИЯ			
1-й	Знать:		Индивидуальный,
этап	-общие представления о химическом и	ОПК-3 -	групповой опрос;
	ферментативном катализе;	способность	тестирование; письменные
Знания	- молекулярные основы	использовать знания о	ответы на вопросы; устный
	специфичности ферментов;	современной	опрос (вопросы для
	- принципы классификации и	физической картине	самоконтроля);
	номенклатуры ферментов;	мира, пространственно-	лабораторные работы;
	- кинетику действия ферментов;	временных	контрольные работы;
	- физико-химические аспекты влияния	закономерностях,	собеседование; задача;
	температуры и рН среды на активность	строении вещества для	проверка рабочей тетради
	ферментов;	понимания	
	- механизмы активации и	окружающего мира и явлений природы;	
	ингибирования ферментов;	явлении природы,	
	- принципы и методы определения		
	активности ферментов;		
	- способы получения и применения		
	иммобилизованных ферментов.		
	-молекулярные основы специфичности		
	ферментов;		
	-принципы классификации и		
	номенклатуры ферментов		
	Знать принципы технологического		
	процесса в соответствии с регламентом и		
	использовать технические средства для		
	измерения ферментативной активности		
	при биотехнологических процессах - способы выделения и очистки		
	<ul> <li>способы выделения и очистки ферментов;</li> </ul>		
	ферментов, -кинетику действия ферментов		
	-механизмы влияния различных		
	факторов на активность ферментов;		
	-механизмы активации и ингибирования		
	ферментов;		
	-принципы и методы определения		
	1 1		İ
1	активности ферментов;		
	активности ферментов; -методы выделения и очистки		

	Знать принципы работы с научнотехнической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в области энзимологии  Знать: принципы философских знаний	ПК-1- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламе7нтом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;	Индивидуальный, групповой опрос; лабораторные работы; собеседование; задача; практическое задание; статья; ситуационные задачи и тесты; проверка рабочей тетради  Лабораторные работы;
	для формирования понимания причинно- следственных связей в строении и работе ферментов	работать с научно- технической информацией, использо5вать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности	контрольные работы; собеседование; проверка рабочей тетради
2-й этап Умени я	Уметь: анализировать данные результатов исследований с помощью знаний о физических и химических основах строения, функционирования ферментов; - характеризовать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирования ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментов; -молекулярные основы специфичности ферментов. Уметь: применять знания о технологическом процессе в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции объяснять физические и химические основы строения, функционирования ферментов; - характеризовать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирования ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментов; - молекулярные основы	ОПК-3 способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственно- временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;	Индивидуальный опрос; работы, тетрадь, собеседование
	Уметь применять знания о систематизации и обобщения информации работы с научнотехнической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности Уметь анализировать данные результатов	ПК-1- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламе7нтом и использовать технические средства	Индивидуальный опрос; лабораторные работы, проверка рабочей тетради, собеседование

	систематизации и обобщения информации по работе с научнотехнической информацией, использовать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности	для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;	
	Уметь: Уметь анализировать информацию с помощью философских знаний для формирования причинно-следственных связей в области энзимологии	ПК-8 - способность работать с научнотехнической информацией, использо5вать отечественный и зарубежный опыт в профессиональной деятельности	Лабораторные работы; контрольные работы; собеседование; проверка рабочей тетради
3-й этап Владет ь навык ами	Владеть: Владеть методами анализа и оценки информации с помощью знаний о современной физической картине мира, пространственно- временных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы; терминологией и основными понятиями в области энзимологии для объяснения физических и химических основ - закономерности протекания и регуляции ферментативных процессов процессов; - механизмах воздействия физических и химических факторов на ферменты; - качественными и количественными методами определения активности	ОПК-3 - способность использовать знания о современной физической картине мира, пространственновременных закономерностях, строении вещества для понимания окружающего мира и явлений природы;	Индивидуальный, групповой опрос; тестирование; письменные ответы на вопросы; устный опрос (вопросы для самоконтроля); лабораторные работы; контрольные работы; собеседование; задача; проверка рабочей тетради.
	ферментов Владеть: методами анализа и оценки информации параметров технологического процесса в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции- навыками работы на лабораторных приборах; - методами математической и компьютерной обработкой результатов экспериментов - навыками работы на лабораторных приборах применяемыми в ферментативных исследованиях; -методами получения и анализа экспериментальных данных методами определения активности ферментов различных классов.	ПК-1- способность осуществлять технологический процесс в соответствии с регламентом и использовать технические средства для измерения основных параметров биотехнологических процессов, свойств сырья и продукции;	Лабораторные работы; контрольные работы; собеседование; проверка рабочей тетради

Владеть понятийным и	ПК-8 - способность	Лабораторные работы;
терминологическим аппаратом о работы	работать с научно-	контрольные работы;
с научно- технической информацией,	технической	собеседование; проверка
использовать отечественный и	информацией,	рабочей тетради
зарубежный опыт в профессиональной	использовать	
деятельности	отечественный и	
Владеть методами анализа и оценки	зарубежный опыт в	
информации о систематизации и	профессиональной	
обобщения информации по работе с	деятельности	
научно- технической информацией		

#### Экзаменационные билеты

Экзамен является оценочным средством для всех этапов освоения компетенций.

Структура экзаменационного билета. Экзаменационный билет состоит из двух теоретических вопросов, включенных в программу дисциплины и расчетной задачи. 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. Перевод оценки из 100-балльной в четырехбалльную производится следующим образом:

- отлично от 80 до 110 баллов (включая 10 поощрительных баллов);
- хорошо от 60 до 79 баллов;
- удовлетворительно от 45 до 59 баллов;
- неудовлетворительно менее 45 баллов.

### Программа дисциплины «Основы энзимологии»

### Тема 1. Научные и практические аспекты энзимологии

Предмет «Энзимология» его цели и задачи, значение. История развития, вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие энзимологии. Перспективы развития энзимологии. Роль ферментов в биогенных системах. Многообразие ферментов, их общие и специфические свойства. Особенности действия ферментов: высокая эффективность, специфичность, мягкие условия протекания реакции, способность к регуляции. Классификация ферментов. Международная классификация ферментов (КФ). Общая характеристика основных классов ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы (синтетазы). Изоферменты, мультимолекулярные ферментные системы, зимогены. Рибозимы и каталитические антитела (абзимы). Локализация ферментов в клетке. Значение энзимологии для биологии, медицины, промышленности и сельского хозяйства.

### Тема 2. Структурная организация ферментов

Иерархия структур ферментов. Простые и сложные ферменты. Уровни структурной организации ферментов. Первичная, вторичная, третичная структура ферментов, связи участвующие в формировании этих структур и методы изучения. Доменная структура и её роль в функционировании. Четвертичная структура ферментов. Особенности строения и функционирования олигомерных ферментов. Кооперативные эффекты. Методы изучения олигомеров. Биологическая роль олигомерной структуры.

Активный центр и его субстрат-связывающий и каталитический участки. Статические и динамические модели активных центров ферментов. Специфичность действия ферментов и ее виды. Механизмы обеспечения высокой специфичности ферментов: комплементарность, баланс между прочностью и лабильностью структуры активного центра, индуцированное связывание, многоточечность связывания субстрата в активном центре, повышение специфичности по принципу «двойного сита» в двух-субстратных реакциях.

Строение и функции небелковых компонентов ферментов: ионы металлов и коферменты. Роль кофакторов в функционировании ферментов. Классификация коферментов. Специфичность коферментов для определенного типа реакций.

Роль ионов металлов в ферментативном катализе. Металлоферменты и ферменты, активируемые металлами.

### Тема 3. Механизм действия ферментов

Общий механизм ферментативного катализа. Многостадийность ферментативной реакции. Проблема понижения свободной энергии переходного состояния. Образование фермент-субстратного комплекса. Последовательные этапы катализа: сближение и необходимая ориентация реагентов, удаление молекул воды, стабилизация переходного состояния, перенос группы, высвобождение продукта. Модель Фишера и индуцированного соответствия. Типы взаимодействия в механизме действия сложных ферментов. Положительная и отрицательная кооперация субъединиц.

Аллостерические ферменты. Аллостерический центр, его роль в регуляции обменных процессов. Полифункциональные ферментные системы: мультиферментные комплексы и коньюгаты. Функциональные последствия объединения ферментов. Регуляторные эффекты.

### Тема 4. Кинетика ферментативных реакций

Особенности каталитического действия ферментов. Стабилизация продуктивного переходного состояния. Подтверждение значения стабилизации переходного состояния методами белковой инженерии. Абзимы - антитела, обладающие каталитической активностью. Предстационарная и стационарная фазы ферментативного процесса. Понятие начальной скорости. Роль необратимых реакций в стратегии метаболизма.

Уравнение Михаэлиса-Ментен. Отклонение от уравнения Михаэлиса-Ментен. Значение kcat, Km, Vm, Ks'. Методы расчета каталитических констант. Уравнение Лайнуивера-Берка и другие.

Единицы ферментативной активности. Методы определения активности ферментов. Выражение активности ферментов. Факторы, определяющие активность ферментов: концентрация фермента, концентрация субстрата, температура, pH среды, активаторы и ингибиторы.

Влияние температуры на кинетику ферментативных реакций. Закон Вант-Гоффа. Зависимость кинетических и равновесных параметров ферментативной реакции от температуры. Изучение термодинамики конформационных изменений активных центров ферментов. Примеры исследования температурных зависимостей. рН-зависимость ферментативной реакции. Константы диссоциации групп свободного фермента и ферментсубстратного комплекса. Значение эффективных каталитических констант. Нахождение значений рК по кривым рН-зависимостей ферментативных реакций. Примеры исследования рН-зависимостей.

Типы ингибирования. Графическое представление ингибирования. Влияние активаторов на кинетику ферментативных реакций. Примеры ингибирования и активирования ферментативных реакций.

### **Тема 5. Классификация, номенклатура и методы определения активности ферментов**.

Принципы классификации ферментов. Шифр фермента. Характеристика класса оксидоредуктаз. Трансферазы. Характеристика класса гидролаз. Лиазы. Особенности каталитического действия. Изомеразы. Роль реакций изомерного превращения в биологических процессах. Синтетазы. Механизмы действия.

Принципы и способы количественного определения активности ферментов. Достоинства и недостатки титрометрических методов. Сравнительная оценка спектрофотометрических методов. Принципы спектрофотометрии. Единицы ферментативной активности.

### Тема 6. Регуляция и секреция ферментов

Характеристики метаболических путей: пространственная локализация ферментов, компартментализация, ткане- и органоспецифичность. Понятие о ключевых ферментах. Регуляция количества молекул фермента изменением скорости синтеза, активации и распада. Регуляция скорости ферментативной реакции доступностью субстратов и кофакторов/коферментов. Ассоциация/диссоциация ферментов в регуляции их активности. Регуляция ковалентной модификацией. Аллостерическая регуляция. Регуляция по принципу обратной связи.

Понятие о конститутивных и индуцибельных ферментах. Регуляция под действием условий окружающей среды: индукция, репрессия, катаболитная репрессия, нетрадиционные типы репрессии синтеза ферментов конечными продуктами.

Секреция ферментов. Котрансляционная, пострансляционная секреция.

### Тема 6. Методы выделения, очистки и использования ферментов

Особенности выделения и получения ферментов из растительного, животного сырья и микроорганизмов. Экстрагирование ферментов и концентрирование ферментных растворов. Высаливание и осаждение органическими растворителями. Мембранные методы очистки ферментных растворов. Разделение и очистка ферментов хроматографическими методами. Препаративный электрофорез. Иммобилизованные ферменты. Получение иммобилизованных ферментов. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов.

Освоение материала студентом осуществляется в ходе лекций, лабораторных и семинарских занятий, самостоятельной работы. Во время практических занятий студенты последовательно выполняют предложенные задачи, пользуясь методическими пособиями и указаниями преподавателя. Во время практических занятий студенты приобретают навыки работы с приборами и оборудованием, учатся получать и обрабатывать данные, рассчитывать погрешность измерений, строить графики, рассчитывать неизвестные концентрации растворов и др. Контрольные задания по пройденной теме позволяют оценить усвоение студентом учебного материала. Текущий контроль успеваемости осуществляется в устной форме — защиты лабораторных работ, рубежный контроль — в форме тестовых заданий и решением расчетных задач в письменной форме. В ходе самостоятельной работы студенты, пользуясь доступными источниками информации (литература, веб-ресурсы), изучают предложенные темы предмета (предполагается теоретическое изучение).

Утверждено	
на заседании кафедры	
биохимии и биотехнологии	
Зав. кафедрой	

### БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Экзаменационная сессия

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  $\rightarrow$  Ала т РНК + АМФ + ФФ
- б) Глюкоза  $n + H3PO4 \rightarrow$  глюкозо -1-фосфат + глюкоза (n-1)
- в) Ацетилхолинхлорид+  $H_2O \rightarrow X$ олинхлорид + Ацетат
- г) Ацетил-КоА +  $CO_2$  +  $AT\Phi$   $\rightarrow$  малонил –KoA +  $AД\Phi$  +  $\Phi$

Примерные критерии оценивания ответа на экзамене (только для тех, кто учится с использованием модульно-рейтинговой системы обучения и оценки успеваемости студентов):

### Критерии оценки (в баллах):

- <u>25-30</u> 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;
- <u>17-24</u> 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.
- <u>1-10</u> баллов выставляется студенту, если 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.

Далее перечисляются все Оценочные средства, представленные в таблице, с примерами заданий, вопросов, вариантов контрольных и т.д. Ниже приведено несколько наиболее распространенных примеров.

Текущий контроль включает 5-10 минутный опрос во время лекционных занятий в виде тестирования, а также решение комплексных ситуационных заданий во время лабораторных работ с целью закрепления полученных знаний.

Промежуточный контроль осуществляется в виде написания рефератов, проведения коллоквиумов и защиты лабораторных работ.

Итоговый контроль - экзамен.

#### Темы тестовых заданий

- Тема 1. Классификация.
- Тема 2. Методы определения активности ферментов.
- Тема 3. Регуляция активности ферментов.
- Тема 4. Кинетика ферментативных реакций.

### **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 стата
- 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	Удельная активность фермента
в слюне Сергея	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.

### Примерные вопросы к семинарам

Семинар 1-2. "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.

### Семинар 3-4. "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 рН.
  - 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.

### Примерные вопросы к экзамену

- 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 (Vmax, Ks, Km), их физический смысл и способы определения.
- 16. Влияние условий (температуры и рН) 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-АТФазы.
- 27. Механизм действия Са2+-АТФазы.
- 28. Структура и механизм действия АТФ-синтетазы.
- 29. Способы выражения ферментативной активности.
- 30. Причины увеличения скоростей реакций, катализируемых ферментами.

### Лабораторные работы по дисциплине

#### Работа №1 (8 часов)

Определение активности оксидоредуктаз в биологических экстрактах

#### Работа №2 (8 часов)

Определение активности гидролаз в биологических экстрактах

#### Работа №3 (8 часов)

Определение активности трансфераз в биологических экстрактах

### Работа № 4 (4 часа)

Методы выделения и очистки ферментов

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

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

### Основная литература:

- 1. 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:<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book\_red&id=438993&sr=1>>.">http://biblioclub.ru/index.php?page=book\_red&id=438993&sr=1>>.</a>
- 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.

URL:<a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book">http://biblioclub.ru/index.php?page=book</a> red&id=270262&sr=1>>.

### 5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины

- 1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» <a href="https://elib.bashedu.ru//">https://elib.bashedu.ru//</a>
- 2. Электронная библиотечная система издательства «Лань» <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
- 3. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» <a href="https://biblioclub.ru/">https://biblioclub.ru/</a>

- 4. Научная электронная библиотека elibrary.ru (доступ к электронным научным журналам) <a href="https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\_titles\_open.asp">https://elibrary.ru/projects/subscription/rus\_titles\_open.asp</a>
- 5. Электронный каталог Библиотеки БашГУ <a href="http://www.bashlib.ru/catalogi/">http://www.bashlib.ru/catalogi/</a>
- 6. Электронная библиотека диссертаций РГБ -http://diss.rsl.ru/
- 7. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования SCOPUS <a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>.
- 8. Государственная публичная научно-техническая библиотека России. База данных международных индексов научного цитирования WebofScience <a href="http://www.gpntb.ru">http://www.gpntb.ru</a>

### Перечень лицензионного программного обеспечения:

Наименование

специализированных

аудиторий, кабинетов,

- 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

Перечень лицензионного программного

обеспечения. Реквизиты подтверждающего

документа

Оснащенность специальных

помещений и помещений для

самостоятельной работы

1. Учебная аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).  2. учебная аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака).  2. учебная аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака).  3. учебная аудитория № 321 (учебный корпус биофака).  3. учебная аудитория № 321 (учебный корпус биофака).  3. учебная аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 322 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака),	лабораторий		
ма 324 (учебный корпус биофака).  2. учебная аудитория № 327 (учебный корпус биофака).  2. учебная аудитория № 327 (учебный корпус биофака).  2. учебная аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  329 (учебный корпус биофака).  320 (учебный корпус биофака).  320 (учебный корпус биофака).  321 (учебный корпус биофака).  322 (учебный корпус биофака).  323 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный ко	1. учебная аудитория для		
№ 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).  2. учебная аудитория доля проеедения заниятий семинарского типа: аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 340 (спектрофотометр СФ-161, аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331	проведения занятий	Учебная мебель, доска, экран	8 Russian Upgrade. Договор № 104 от
биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).  2. учебиая аудитория доля проведения занятий семинарского типа: аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  3. учебная аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  3. учебная аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 311 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 3	лекционного muna: аудитория		17.06.2013 г. Лицензии бессрочные
2. учебная аудитория для проестор впорака).  Аудитория № 327  учебная аудитория № 329  (учебный корпус биофака), аудитория № 331  (учебный корпус биофака), аудитория для проесения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 328 (	№ 324 (учебный корпус	Sony VPL-EX 100, ноутбук	
2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  3. учебная аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 контрублений сорпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 34 (учебный корпус биофака), аудитория № 35 (офака), аудитория № 36 (офака), аудитория № 37 (офака), аудит		Aser Extensa 7630G-732G25Mi.	2. Microsoft Office Standard 2013 Russian.
2. учебная аудитория данятий семинарского типа: аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 31 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 31 (учебный корпус биофака), аудитория № 31 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 31 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 323 (учебный корпус биофака), аудитория № 321 (учебный корпус биофака), аудитория № 323 (учебный корпус биофака), аудитория № 323 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 328 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 320 (учебный корпус биофака	(учебный корпус биофака).	Аудитория № 327	Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии
проведения занятий семинарского типа: аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  3. учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы онаш SPU-202, термостат ТСО 1/80 СПУ охлаждающий, дентрифуга ОПН 3М, шкаф вытяжной большой — 2 шт., консультаций: аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 340, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ, термоста		, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	бессрочные
Семинарского типа: аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебнай корпус биофака).  3. учебная аудитория доля проведения срупповых и инибивидуальных консультаций: аудитория № 224 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 328 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 320 (учебный корпус биофака), аудитория № 3	2. учебная аудитория для	проектор BenQMX525	
№ 329 (учебный корпус биофака). 331 (учебный корпус биофака). 331 (учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы Оһаш SPU-202, термостат ТСО 1/80 СПУ охлаждающий, пентрифуга ОПН 3М, шкаф вытяжной большой — 2 шт., магнитная мешалка ММ-4, з24 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 340, спектрофотометр СФ-15, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр С		DLP3200LmXGA13000, экран	3. Инструмент количественного
биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  3. учебная аудимория доля проведения аудимория доля проведения аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 332 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 328 (ородака), аудитория № 329 (ородака), аудитория морозимания корпус биофака), аудитори		ClassicSolutionNormaнастенный	
лабораторный инвентарь, весы Онаиз SPU-202, термостат TCO 1/80 СПУ охлаждающий, центрифуга ОПН 3М, шкаф вытяжной большой — 2 шт., консультаций: аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный термостат TC 1/80 СПУ, аудитория тель тель агарозы. № свидетельства 2015612790 от 26.02.2015, приказ № 26.02.2018, агарозы № 26.02.	№ 329 (учебный корпус	Аудитория № 329	ферментов и ингибиторов амилаз по
3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ, акарама № 360-2.2015, приказ № 1043 от 01.10.2015.  4. Инструмент определения гидролитической активности по гидролизу субстрата в полиакриламидном геле. № свидетельства 2018611900 от 08.02.2018, приказ № 368 от 29.03.2018.  5. Программное обеспечение Moodle, Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle, <a href="http://www.gnu.org/licenses/gpl.html">http://www.gnu.org/licenses/gpl.html</a> Перевод лицензии для системы Moodle, <a href="http://russpl.ru/russpl.pdf">http://russpl.ru/russpl.pdf</a>		, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	, , ,
3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  3. учебная мешалка ММ-4, вытяжной большой — 2 шт., магнитная мешалка ММ-4, весы торсионные, экран на штативе Dexp TM-80, шкаф вытяжной — 2 шт.  Аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  3. учебная мешалка ММ-4, весы торсионные, экран на штативе Dexp TM-80, шкаф вытяжной — 2 шт.  Аудитория № 331 (учебный корпус биофака), абораторный инвентарь, колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ,	(учебный корпус биофака).		
проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 311 (учебный корпус биофака), аудитория № 311 (учебный корпус биофака), аудитория № 311 (учебный корпус биофака).  4. учебная аудитория № 31 (учебный корпус биофака), амабораторный инвентарь, колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ,			
индивидуальных консультаций:         аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).         Вытяжной большой — 2 шт., магнитная мешалка ММ-4, весы торсионные, экран на штативе Dexp TM-80, шкаф вытяжной — 2 шт.         4. Инструмент определения гидролитической активности по гидролизу субстрата в полиакриламидном геле. № свидетельства 2018611900 от 08.02.2018, приказ № 368 от 29.03.2018.           329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).         Учебная мебель, колориметр КФК-2М — 3 шт., колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный темст лицензии для системы Moodle, http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf	3. учебная аудитория для	1/80 СПУ охлаждающий,	26.02.2015, приказ № 1043 от 01.10.2015.
консультаций: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 Учебная мебель, гомогенизатор—324, доска, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).  4. учебная аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ,	проведения групповых и		
324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  **Ayдитория № 331 (учебный корпус биофака), аборатория ИТ (учебный корпус биофака).  **Ayдитория № 331  **Yчебная мебель, гомогенизатор—324, доска, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).  **Ayдитория № 331  **Yчебная мебель, колориметр КФК-2М — 3 шт., колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, аудитория № 327 (учебный темостат ТС 1/80 СПУ,			
аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).  **Ayдитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 700 корпус биофака).  **Ayдитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 700 корпус биофака).  **Ayдитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 700 корпус биофака).  **Ayдитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 700 корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория корпус биофака, аудитория корпус биофака, аудитория корпус б	, , , , , , , , , , , , , , , , , , , ,	магнитная мешалка ММ-4,	1
корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 139, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).  4. учебная аудитория для системы Мооdle, колориметр КФК-2М — 3 шт., колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ,			
329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 139, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).  4. учебная аудитория доля мероля и промежуточной аттектущего контроля и промежуточной аттектущего корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный темостат ТС 1/80 СПУ,	\3		
аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 1331 (учебный корпус биофака), аудитория № 1331 (учебный корпус биофака).  Учебная мебель, гомогенизатор—324, доска, лабораторный инвентарь, колориметр КФК-2М — 3 шт., колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ,			приказ № 368 от 29.03.2018.
корпус биофака), аудитория № лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).  10 учебная аудитория № лоромежуточной аттекст лицензии для системы Moodle, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, аудитория № 327 (учебный темостат ТС 1/80 СПУ,		_	
319, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).  лабораторный инвентарь, колориметр КФК-2М — 3 шт., колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ,	3 1	1	
колориметр КФК-2М — 3 шт., колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, мекущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ, молориметр КФК-2М — 3 шт., колориметр КФК-2М — 3 шт., колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ,	1 / 1	<u> </u>	1
4. учебная аудитория для техущего контроля и промежуточной аттествации: аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный гермостат ТС 1/80 СПУ,         колориметр фотоэлектричекий, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ,         http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf			
4. учебная аудитория оля техущего контроля и промежуточной аттествации: аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ,       микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ,	корпус биофака).		
текущего контроля и промежуточной аттествации: аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ,         морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ,			
промежсуточной аттествации:       106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ,		1	http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf
аттестации:       аудитория       №       340, спектрофотометр       СФ-16,         324 (учебный корпус биофака),       спектрофотометр       СФ-121,         аудитория       №       327 (учебный       термостат       ТС       1/80       СПУ,		1 1	
324 (учебный корпус биофака), спектрофотометр СФ-121, аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ,			
аудитория № 327 (учебный термостат ТС 1/80 СПУ,			
корпус биофака), аудитория №   центрифуга OIIH 3,02, шкаф	31		
	корпус биофака), аудитория №	центрифуга ОПН 3,02, шкаф	

329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 319, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).

5. помещения для самостоятельной работы: аудитория № 428 (учебный корпус биофака), читальный зал №1 (главный корпус).

вытяжной малый.

#### Аудитория № 319 Лаборатория ИТ

Учебная мебель, доска, персональный компьютер в комплекте №1 iRU Corp — 15

### Аудитория № 428

Учебная мебель, доска, трибуна, мультимедиапроектор InFocusIN119HDx, ноутбук Lenovo 550, экран настенный ClassicNorma 200\*200, моноблоки стационарные - 2 шт.

#### Читальный зал №1

Учебная мебель, учебный и справочный фонд, неограниченный круглосуточный доступ к электронным библиотечным системам (ЭБС) и БД, стенд по пожарной безопасности, моноблоки стационарные -5 шт, МФУ (принтер, сканер, копир) - 1 шт.

### МИНОБРНАУКИ РОССИИ ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ» БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

### СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплиныОсновы энзимология на6 (наименование дисциплины) <u>Очная_</u>	_ семестр
форма обучения	
Рабочую программу осуществляют:	
Лекции:_доцент, к.б.нШпирная И.А. (должность, уч. степень, ф.и.о.)	
Практические занятия: доцент, <u>к.б.н. Шпирная И.А.</u> (должность, уч. степень, ф.и.о.)	-

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	4/144
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	16
практических/ семинарских	16
лабораторных	16
других (групповая, индивидуальная консультация и иные виды учебной деятельности, предусматривающие работу обучающихся с преподавателем) ФКР	1,2
Учебных часов на самостоятельную работу обучающихся (СР) включая подготовку к экзамену/зачету	51
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	45,8

Форма(ы) контроля: экзамен <u>6</u> семестр

<b>№</b> п/п	Тема и содержание	практиче лабора	еские зан аторные ј	ия материа ятия, семин саботы, сам удоемкость	арские з остоятел	анятия, ъная	Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы,
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР	из списка)		компьютерные тесты и т.п.)
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1.	Введение в энзимологию Что такое ферменты. История открытия и изучения ферментов. Место энзимологии среди других научных направлений и ее связь с химическими и биологическими дисциплинами.	4	2			2	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Применение ферментов в промышленности, медицине и сельском хозяйстве.	Оценка устных ответов, тестирование
2.	Химическая структура ферментов	7	2		2	4	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Механизм увеличения скоростей катализируемых ферментами реакций. Специфичность ферментативного катализа. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических. Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах. Мультимолекулярные ферментные комплексы.	КЛКПТ

	Апоферменты и простетические группы сложных ферментов. Коферменты, кофакторы и их роль в каталитическом процессе.						Изоферменты и их биологическое значение.	
3.	Общие свойства ферментов  Синтез ферментов в клетке и его регуляция. Зимогены. Индукция и репрессия синтеза.	9	2	4	4	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Посттранеляционн ая модификация ферментов Роль ограниченного протеолиза в активации ферментов.	КЛ ПР
	Классификация и номенклатура ферментов  Принципы классификации ферментов. Шифр фермента. Характеристика класса оксидоредуктаз. Трансферазы. Важнейшие представители этого класса и механизмы их действия. Биологическое значение трансферазных реакций. Коферменты трансфераз.	4			4	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Подклассы, наиболее важные представители и энергетическое значение катализируемых оксидоредуктазами реакций. Механизмы реакций ферментативного окисления и восстановления субстратов.	КЛ КПТ
	Классификация и номенклатура ферментов  Характеристика класса гидролаз. Роль реакций	13	4	4	5	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Синтетазы. Механизмы действия. Зависимость от источников энергии. Значение в процессах анаболизма. Отдельные	КЛ КПТ

	1	ı		1	T	T	T	
гидролиза в процессах							представители.	
катаболизма, протекающих в								
живых тканях и в пищевом								
сырье. Особенности								
строения и механизмы								
действия гидролаз.								
Лиазы. Особенности								
каталитического действия.								
Важнейшие представители.								
Изомеразы. Роль реакций								
изомерного превращения в								
биологических процессах.								
Механизм действия								
изомераз, примеры реакций.								
изомераз, примеры реакции.								
Методы определения	21	4	4	8	5	Основная	Принципы	КЛ
активности ферментов.						литература:	спектрофотометрии,	
Принципы и способы						1,2	приборы,	
количественного						Дополнительная	автоматический анализ. Единицы	
определения активности						литература: 1-4	ферментативной	
ферментов. Достоинства и						initopatypa. 1	активности.	
недостатки								
титриметрических методов.								
Сравнительная оценка								
спектрофотометрических								
методов.								
Методы, используемые в	9		4	4	5	Основная	Природа физико-	Проверка
энзимологии. Методы						литература:	химических	докладов с
фракционирования и						1,2	взаимодействий	презентацией
выделения ферментов.						Дополнительная	молекул субстрата с активными центрами	
Получение ферментов в						литература: 1-4	ферментов.	
очищенном виде. Методы						F. J.F.	T-F	
очистки ферментов.								
Методы исследования								
структуры ферментов и								
orpykrypin wopmenton n				1		1	1	

			ı	1			T	1
строения активного центра. Молекулярные аспекты специфичности ферментов. Теории сродства фермента и субстрата.								
термодинамическая характеристика ферментативных реакций. Основные закономерности химической и ферментативной кинетики. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата. Теория Михаэлиса — Ментен. Кинетика ферментативных реакций. Константы скоростей образования и распада ферментсубстратных комплексов (малые константы). Определение константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции по методу Лайнуивера — Берка.	10	2		4	5	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа. Эффективность действия ферментов. Образование фермент-субстратных комплексов.	
Регуляция активности ферментов.  Энергия химической реакции. Уравнение Аррениуса. Энергетический барьер реакции и энергия активации	8			4	5	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Температурный оптимум ферментативной реакции. Термостабильные и термолабильные ферменты. Активность ферментов при низких температурах. Влияние	Рейтинговое тестирование

неферментативных и ферментативных реакций. График зависимости активности фермента от температуры раствора.					кристаллизации воды на активность ферментов. Активность ферментов в замороженных средах.	
Регуляция активности ферментов. Зависимость скорости реакции от значения рН раствора. Влияние рН на заряд ионогенных групп в молекулах белка. Изменения структуры фермента и реакционноспособности активного центра при разных значениях рН. Оптимальное значение рН для ферментов и его биологическое значение.	9	4	5	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Регуляция скорости многоэтапных биохимических процессов путем обратной отрицательной связи. Аллостерическая регуляция активности фермента, действие промежуточных и конечных продуктов реакции.	
Ингибирование функций ферментов. Ингибиторы ферментов: классификация, механизмы действия. Обратимые и необратимые ингибиторы. Константы ингибирования. Конкурентное и аллостерическое ингибирование ферментов. Белковые ингибиторы ферментов. Ковалентная	9	4	5	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Реактивация инактивированных ферментов. Утилизация и регенерация кофакторов (коферментов). Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Традиционные методы стабилизации. Стабилизирующие добавки. Химическая модификация	

модификация структуры и активности ферментов.						ферментов. Иммобилизация ферментов.
Всего часов:	144	16	16	16	47	

### Рейтинг-план дисциплины

### Основы энзимологии

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление

Биотехнология

специальность

курс \_\_\_3\_\_, семестр\_\_\_6\_\_\_2021 /2022 гг.

Виды учебной деятельности	Балл за	Число	Бал	ЛЫ
студентов	конкретное	заданий за	Минимальный	Максимальный
	задание	семестр		
Модуль 1				
Текущий контроль				
1. Тестирование	10	2	0	20
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа	15	1	0	15
Модуль 2				
Текущий контроль				
1. Тестирование	10	2	0	20
Рубежный контроль				
1. Контрольная работа	15	1	0	15
Поощрительные	баллы			
1. Участие в работе конференций,	-	-	-	5
публикации, соответствующие				
профилю предмета				
2. Дополнительное тестирование	-	-	-	5
Посещаемость (баллы	<u> </u>	⊥ обшей суммы н	 абранных баллов)	
1. Посещение лекционных	-	-	0	-6
занятий				
2. Посещение практических	-	-	0	-10
(семинарских, лабораторных				
занятий)				
Итоговый кон	гроль	•		
1. Экзамен	10	3	0	30