


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

БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Утверждено:
на заседании кафедры биохимии
и биотехнологии
протокол № 13 от 10 марта 2020 г.

Согласовано:
Председатель УМК биологического
факультета

Зав. кафедрой  /С.А. Башкатов

 /М.И. Гарипова

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

Энзимология
Вариативная часть

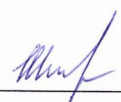
программа бакалавриата

Направление подготовки
06.03.01 Биология

Направленность (профиль) подготовки
Биохимия

Квалификация
Бакалавр

Разработчик (составитель)
доцент кафедры биохимии и
биотехнологии, к.б.н., доцент



/И.А. Шпирная

Для приема: 2020 г.

Уфа 2020 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 г.

Заведующий кафедрой



/ С.А. Башкатов

Список документов и материалов

1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы	4
2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы	6
3. Содержание рабочей программы (объем дисциплины, типы и виды учебных занятий, учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся)	7
4. Фонд оценочных средств по дисциплине	8
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	8
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	12
4.3. <i>Рейтинг-план дисциплины</i>	22
5. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины	23
5.1. Перечень основной и дополнительной учебной литературы, необходимой для освоения дисциплины	23
5.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет» и программного обеспечения, необходимых для освоения дисциплины	24
6. Материально-техническая база, необходимая для осуществления образовательного процесса по дисциплине	25

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)	Примечание
	<p>Знать: - общие представления о химическом и ферментативном катализе;</p> <ul style="list-style-type: none"> - молекулярные основы специфичности ферментов; - принципы классификации и номенклатуры ферментов; - кинетику действия ферментов; - физико-химические аспекты влияния температуры и pH среды на активность ферментов; - механизмы активации и ингибирования ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментов. <p>-молекулярные основы специфичности ферментов;</p> <p>-принципы классификации и номенклатуры ферментов</p>	<p>ОПК-5 - способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности</p>	
	<p>Знать: - способы выделения и очистки ферментов;</p> <ul style="list-style-type: none"> -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 	<p>ПК-3 - готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.</p>	
	<p>Уметь: объяснять физические и химические основы строения, функционирования ферментов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеризовать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирования ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментов. <p>-молекулярные основы специфичности ферментов</p>	<p>ОПК-5 - способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности</p>	
	<p>Уметь: объяснять физические и химические основы строения, функционирования ферментов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - характеризовать отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирования ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментов. <p>-молекулярные основы специфичности ферментов</p>	<p>ПК-3 - готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.</p>	

	<p>Владеть: терминологией и основными понятиями в области энзимологии для объяснения физических и химических основ строения, функционирования ферментов;</p> <ul style="list-style-type: none"> - закономерности протекания и регуляции ферментативных процессов; - механизмах воздействия физических и химических факторов на ферменты; - качественными и количественными методами определения активности ферментов 	<p>ОПК-5 - способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности</p>	
	<p>Владеть:</p> <ul style="list-style-type: none"> - навыками работы на лабораторных приборах; - методами математической и компьютерной обработкой результатов экспериментов - навыками работы на лабораторных приборах применяемых в ферментативных исследованиях; - методами получения и анализа экспериментальных данных. - методами определения активности ферментов различных классов. 	<p>ПК – 3 - готовность применять на производстве базовые общепрофессиональные знания теории и методов современной биологии.</p>	

2. Цель и место дисциплины в структуре образовательной программы

Дисциплина «Энзимология» относится к вариативной части

Дисциплина изучается на 3 курсе в 6 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», «Органическая химия», «Общая биология и микробиология», «Основы биохимии и молекулярной биологии», «Основы биотехнологии».

Целью освоения дисциплины «Энзимология» - 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 освоения дисциплины необходимы компетенции, сформированные в рамках изучения следующих дисциплин:

Гистология, Цитология, Органическая химия знакомят студента с структурной организацией тканей и клеток, свойствами их химическим составом органических веществ, что способствует усвоению студентами механизмов биохимических реакций, протекающих в живых организмах. Обучающийся должен иметь представление о фундаментальных разделах общей биологии, таких как цитология и гистология, позволяющих понять принцип организации и функционирования клеток и субклеточных структур: ядра, митохондрий, пластид, лизосом, рибосом, аппарата Гольджи и др., Физики (атомно-молекулярное учение, термодинамика, механика, оптика, электрические и электромагнитные свойства вещества); Химии (неорганическая, органическая, аналитическая, физколлоидная).

Освоение компетенций дисциплины необходимы для изучения следующих дисциплин: Радиобиология, Микробиология, вирусология, Физиология растений, Физиология человека и животных.

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 ОПК-5 - способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Неудовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: - общие представления о химическом и ферментативном катализе; - молекулярные основы специфичности и 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	Не знает - 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 иммобилизова	Демонстрирует в целом верное, с некоторым количеством неточностей и ошибок, знания 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 ферментов.	Демонстрирует уверенное знаниеЗнать: - 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 ферментов. -молекулярные	Демонстрирует уверенное знание теоретических основ, современных проблем и достижений энзимологии, 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

	<p>ферментов. - молекулярные основы специфичности ферментов; -принципы классификации и номенклатуры ферментов</p>	<p>нных ферментов. -молекулярные основы специфичности ферментов; -принципы классификации и номенклатуры ферментов</p>	<p>-молекулярные основы специфичности ферментов; -принципы классификации и номенклатуры ферментов</p>	<p>основы специфичности ферментов; -принципы классификации и номенклатуры ферментов</p>	<p>применения иммобилизованных ферментов. -молекулярные основы специфичности ферментов; -принципы классификации и номенклатуры ферментов</p>
<p>Второй этап (уровень)</p>	<p>Уметь: 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</p>	<p>Не 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 ферментов. -молекулярные основы специфичности ферментов</p>	<p>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 ферментов. -молекулярные основы специфичности ферментов</p>	<p>Уверенно использует, но допускает ошибки при объяснении физических и химических основ 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</p>	<p>Понимает и умеет применять на практике для самостоятельного решения исследовательских задач применять базовые теоретические положения физических и химических основ строения, функционирования ферментов; - характеризует отдельные группы ферментов; механизмы активации и ингибирования ферментов; - принципы и методы определения активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментов. -молекулярные основы специфичности ферментов</p>
<p>Третий этап (уровень)</p>	<p>Владеть: терминологией и основными понятиями в области энзимологии для объяснения</p>	<p>1. Не владеет терминологией и основными понятиями в области энзимологии для объяснения физических и химических</p>	<p>На удовлетворительном уровне, допуская отдельные негрубые ошибки, владеет терминологией и основными</p>	<p>Уверенно владеет терминологией и основными понятиями в области энзимологии для объяснения физических и химических основ</p>	<p>Уверенно владеет и может эффективно пользоваться Владеть: терминологией и основными понятиями в области</p>

физических и химических основ строения, функционирования ферментов; - закономерности протекания и регуляции ферментативных процессов; - механизмах воздействия физических и химических факторов на ферменты; - качественными и количественными методами определения активности ферментов	основ строения, функционирования ферментов; - закономерности протекания и регуляции ферментативных процессов; - механизмах воздействия физических и химических факторов на ферменты; - качественными и количественными методами определения активности ферментов	понятиями в области энзимологии для объяснения физических и химических основ строения, функционирования ферментов; - закономерности протекания и регуляции ферментативных процессов; - механизмах воздействия физических и химических факторов на ферменты; - качественными и количественными методами определения активности ферментов	строения, функционирования ферментов; - закономерности протекания и регуляции ферментативных процессов; - механизмах воздействия физических и химических факторов на ферменты; - качественными и количественными методами определения активности ферментов	энзимологии для объяснения физических и химических основ строения, функционирования ферментов; - закономерности протекания и регуляции ферментативных процессов; - механизмах воздействия физических и химических факторов на ферменты; - качественными и количественными методами определения активности ферментов
---	---	--	---	--

Код и формулировка компетенции ПК – 6 способность применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов

Этап (уровень) освоения компетенции	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенций)	Критерии оценивания результатов обучения			
		2 («Не удовлетворительно»)	3 («Удовлетворительно»)	4 («Хорошо»)	5 («Отлично»)
Первый этап (уровень)	Знать: - способы выделения и очистки ферментов; - кинетику действия ферментов; - механизмы влияния различных факторов на активность ферментов; - механизмы	Не знает (не ориентируется) Допускает грубые ошибки	Демонстрирует частичные знания без грубых ошибок	Знает достаточно в базовом объеме	Демонстрирует высокий уровень знаний

	<p>активации и ингибирования ферментов;</p> <p>-</p> <p>принципы и методы определения активности ферментов;</p> <p>-методы выделения и очистки ферментов</p>				
Второй этап (уровень)	<p>Уметь: объяснять физические и химические основы строения, функционирования ферментов;</p> <p>- характеризовать отдельные группы ферментов;</p> <p>механизмы активации и ингибирования ферментов;</p> <p>- принципы и методы определения активности ферментов;</p> <p>- способы получения и применения иммобилизованных ферментов.</p> <p>-молекулярные основы специфичности ферментов</p>	<p>1. Не умеет самостоятельно объяснять физические и химические основы строения, функционирования ферментов;</p> <p>- характеризовать отдельные группы ферментов;</p> <p>механизмы активации и ингибирования ферментов;</p> <p>- принципы и методы определения активности ферментов;</p> <p>- способы получения и применения иммобилизованных ферментов.</p> <p>-молекулярные основы специфичности ферментов</p>	<p>На удовлетворительном уровне объясняет физические и химические основы строения, функционирования ферментов;</p> <p>- характеризует отдельные группы ферментов;</p> <p>механизмы активации и ингибирования ферментов;</p> <p>- принципы и методы определения активности ферментов;</p> <p>- способы получения и применения иммобилизованных ферментов.</p> <p>-молекулярные основы специфичности ферментов</p>	<p>Понимает и умеет применять на практике физические и химические основы строения, функционирования ферментов;</p> <p>- характеризует отдельные группы ферментов;</p> <p>механизмы активации и ингибирования ферментов;</p> <p>- принципы и методы определения активности ферментов;</p> <p>- способы получения и применения иммобилизованных ферментов.</p> <p>-молекулярные основы специфичности ферментов</p>	<p>Понимает и умеет применять на практике для самостоятельного решения исследовательских задач физические и химические основы строения, функционирования ферментов;</p> <p>- характеризует отдельные группы ферментов;</p> <p>механизмы активации и ингибирования ферментов;</p> <p>- принципы и методы определения активности ферментов;</p> <p>- способы получения и применения иммобилизованных ферментов.</p> <p>- молекулярные основы специфичности ферментов</p>

Третий этап (уровень)	Владеть: - навыками работы на лабораторных приборах; - методами математической и компьютерной обработки результатов экспериментов - навыками работы на лабораторных приборах применяемых в ферментативных исследованиях; - методами получения и анализа экспериментальных данных. - методами определения активности ферментов различных классов.	Не владеет навыками работы на лабораторных приборах; - методами математической и компьютерной обработки результатов экспериментов - навыками работы на лабораторных приборах применяемых в ферментативных исследованиях; - методами получения и анализа экспериментальных данных. - методами определения активности ферментов различных классов.	На удовлетворительном уровне, допуская отдельные негрубые ошибки, владеет навыками работы на лабораторных приборах; - методами математической и компьютерной обработки результатов экспериментов - навыками работы на лабораторных приборах применяемых в ферментативных исследованиях; - методами получения и анализа экспериментальных данных. - методами определения активности ферментов различных классов.	Уверенно владеет навыками работы на лабораторных приборах; - методами математической и компьютерной обработки результатов экспериментов - навыками работы на лабораторных приборах применяемых в ферментативных исследованиях; - методами получения и анализа экспериментальных данных. - методами определения активности ферментов различных классов.	Владеет и демонстрирует самостоятельное применение навыков работы на лабораторных приборах; - методами математической и компьютерной обработки результатов экспериментов - навыками работы на лабораторных приборах применяемых в ферментативных исследованиях; - методами получения и анализа экспериментальных данных. - методами определения активности ферментов различных классов.
--------------------------	---	--	---	--	---

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; 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».

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 этап Знани я	<p>Знать: - общие представления о химическом и ферментативном катализе;</p> <p>- молекулярные основы специфичности ферментов;</p> <p>- принципы классификации и номенклатуры ферментов;</p> <p>- кинетику действия ферментов;</p> <p>- физико-химические аспекты влияния температуры и рН среды на активность ферментов;</p> <p>- механизмы активации и ингибирования ферментов;</p> <p>- принципы и методы определения активности ферментов;</p> <p>- способы получения и применения иммобилизованных ферментов.</p> <p>-молекулярные основы специфичности ферментов;</p> <p>-принципы классификации и номенклатуры ферментов</p>	ОПК-5 - способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Индивидуальный, групповой опрос; тестирование; письменные ответы на вопросы; устный опрос (вопросы для самоконтроля); лабораторные работы; контрольные работы; собеседование; задача; проверка рабочей тетради
	<p>Знать: - способы выделения и очистки ферментов;</p> <p>-кинетику действия ферментов;</p> <p>-механизмы влияния различных факторов на активность ферментов;</p> <p>-механизмы активации и ингибирования ферментов;</p> <p>-принципы и методы определения активности ферментов;</p> <p>-методы выделения и очистки ферментов</p>	ПК – 6 способность применять на практике методы управления в сфере биологических и биомедицинских производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов	Индивидуальный, групповой опрос; лабораторные работы; собеседование; задача; практическое задание; статья; ситуационные задачи и тесты; проверка рабочей тетради
2-й этап Умени я	<p>Уметь: объяснять физические и химические основы строения, функционирования ферментов;</p> <p>- характеризовать отдельные группы ферментов;</p> <p>механизмы активации и ингибирования ферментов;</p> <p>- принципы и методы определения активности ферментов;</p> <p>- способы получения и применения иммобилизованных ферментов.</p> <p>-молекулярные основы специфичности ферментов</p>	ОПК-5 - способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Индивидуальный, групповой опрос; тестирование; письменные ответы на вопросы; устный опрос (вопросы для самоконтроля); лабораторные работы; контрольные работы; собеседование; задача; проверка рабочей тетради
	<p>Уметь: объяснять физические и химические основы строения, функционирования ферментов;</p> <p>- характеризовать отдельные группы ферментов;</p> <p>механизмы активации и ингибирования ферментов;</p> <p>- принципы и методы определения</p>	ПК – 6 способность применять на практике методы управления производств, мониторинга и охраны природной среды, природопользования, восстановления и охраны биоресурсов	Индивидуальный опрос; лабораторные работы, рабочая тетрадь, собеседование

	активности ферментов; - способы получения и применения иммобилизованных ферментов. -молекулярные основы специфичности ферментов		
3-й этап Владеть навыками	Владеть: терминологией и основными понятиями в области энзимологии для объяснения физических и химических основ строения, функционирования ферментов; - закономерности протекания и регуляции ферментативных процессов; - механизмах воздействия физических и химических факторов на ферменты; - качественными и количественными методами определения активности ферментов	ОПК-5 - способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности	Индивидуальный, групповой опрос; тестирование; письменные ответы на вопросы; устный опрос (вопросы для самоконтроля); лабораторные работы; контрольные работы; собеседование; задача; проверка рабочей тетради. Лабораторные работы; контрольные работы; собеседование; рабочая тетрадь
	Владеть: - навыками работы на лабораторных приборах; - методами математической и компьютерной обработкой результатов экспериментов - навыками работы на лабораторных приборах применяемых в ферментативных исследованиях; -методами получения и анализа экспериментальных данных. - методами определения активности ферментов различных классов.	ПК – 6 способность производить, контролировать биоресурсы	Лабораторная практика работы с приборами, работа с природными средами, природными объектами, собеседование; проверка рабочей тетради

Экзаменационные билеты

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 «Энзимология»

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: комплиментарность, 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 конъюгаты. 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 k_{cat} , K_m , V_m , K_s' . 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. pH-зависимость ферментативной реакции. Константы диссоциации групп свободного фермента и фермент-

субстратного комплекса. Значение эффективных каталитических констант. Нахождение значений pK по кривым pH -зависимостей ферментативных реакций. Примеры исследования pH -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, посттрансляционная 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. Имобилизованные 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).

БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Дисциплина Энзимология

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 + НЗРО4 → глюкозо – 1-фосфат + глюкоза (n-1)
 - в) Ацетилхолинхлорид + Н₂О → Холинхлорид + Ацетат
 - г) Ацетил-КоА + СО₂ + АТФ ↔ малонил-КоА + АДФ + Ф

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):

- **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.

- **1-10 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 – 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.

Примерные вопросы к коллоквиумам

Коллоквиум 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.

Коллоквиум 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 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.

Коллоквиум по каждому разделу дисциплины содержит 2 вопроса и оценивается максимально в 10 баллов:

0 баллов – студент не подготовился к теме коллоквиума

1-2 – студент демонстрирует грубые ошибки

3-5 балла выставляется студенту, который при ответе на вопрос продемонстрировал базовые знания данной тематики

6-7 баллов выставляется студенту, который дал развернутый ответ на вопрос, продемонстрировал уверенное владение материалом

8-10 баллов выставляется студенту, который дал развернутый ответ на вопрос, продемонстрировал уверенное владение материалом.

Примерные вопросы к экзамену по Энзимологии

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-АТФазы.
27. Механизм действия Ca²⁺-АТФазы.
28. Структура и механизм действия АТФ-синтетазы.
29. Способы выражения ферментативной активности.
30. Причины увеличения скоростей реакций, катализируемых ферментами.

Лабораторные работы по дисциплине «Энзимология»

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

Критерии оценки:

Защита каждой лабораторной работы оценивается максимально в 8 баллов.

- 6-8 баллов выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, контрольное задание, продемонстрировал уверенное владение методикой и устройством прибора. Ответил на все вопросы.
- 3-5баллов выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, контрольное задание, продемонстрировал уверенное владение методикой и устройством прибора. Ответил на все вопросы. При ответе на вопросы допускает негрубые ошибки и неточности.
- 2 балла выставляется студенту, если выполнил лабораторную работу, контрольное задание, продемонстрировал уверенное владение методикой и устройством прибора.
- 0- баллов выставляется студенту, если не выполнил лабораторную работу, контрольное задание.

4.3. Рейтинг-план дисциплины

Энзимология

(название дисциплины согласно рабочему учебному плану)

Направление Биология

специальность

курс 3, семестр 6

Виды учебной деятельности студентов	Балл за конкретное задание	Число заданий за семестр	Баллы	
			Минимальный	Максимальный
Модуль 1 Строение и механизмы действия ферментов				
Текущий контроль				
1. Аудиторная работа:				
а) Защита лабораторных работ,	2	4	0	8
б) Выполнение тестовых заданий	5	1	0	5
Рубежный контроль				

1. Письменная контрольная работа (Коллоквиум)	10	1	0	10
Модуль 2 Кинетика ферментативных реакций				
Текущий контроль				
1. Аудиторная работа:				
а) Защита лабораторных работ,	2	4	0	8
б) Выполнение тестовых заданий	5	1	0	5
Рубежный контроль				
Выполнение тестовых заданий	10	1	0	10
Модуль 3 Ферментная биотехнология				
Текущий контроль				
1. Аудиторная работа:				
а) Защита лабораторных работ,	2	4	0	8
б) Выполнение индивидуальных заданий	5	2	0	10
1. Письменная контрольная работа (Коллоквиум)	10	1	0	10
Поощрительные баллы				
1. СРС			0	2
2. Своевременная защита работ			0	2
3. Выполнение и защита рефератов			0	2
Посещаемость (баллы вычитаются из общей суммы набранных баллов)				
1. Посещение лекционных занятий			0	-6
1. Посещение практических (семинарских, лабораторных занятий)			0	-10
Итоговый контроль				
Экзамен (>80 баллов - отлично, > 60 баллов – хорошо, > 45 баллов - удовлетворительно)			0	30
Всего				110

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.

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
аб3	24	15	577 Б63
чз4	1	1	577 Б63

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.

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
аб3	78	78	577 К43
чз4	2	2	577 К43

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

Местонахождение и доступность			
Место хранения	Всего экз.	Свободных экз.	Шифр
БашГУ			
аб1	1	1	577 К53
аб3	54	54	577 К53
аб6	23	23	577 К53
чз4	3	3	577 К53

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. URL:[>](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

1. Электронная библиотечная система «ЭБ БашГУ» - <https://elib.bashedu.ru/>
2. Электронная библиотечная система «Университетская библиотека онлайн» -<https://biblioclub.ru/>
3. Электронная библиотечная система издательства «Лань» - <https://e.lanbook.com/>
4. Электронный каталог Библиотеки БашГУ - <http://www.bashlib.ru/catalogi/>
5. Электронная информационно-образовательная среда БашГУ (ЭИОС) - <http://www.bashedu.ru/elektronnaya-informatsionno-obrazovatel'naya-sreda-bashgu>

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

Наименование специализированных аудиторий, кабинетов, лабораторий	Оснащенность специальных помещений и помещений для самостоятельной работы	Перечень лицензионного программного обеспечения. Реквизиты подтверждающего документа
<p>1. учебная аудитория для проведения занятий лекционного типа: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака).</p> <p>2. учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа: аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака).</p> <p>3. учебная аудитория для проведения групповых и индивидуальных консультаций: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 319, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).</p> <p>4. учебная аудитория для текущего контроля и промежуточной аттестации: аудитория № 324 (учебный корпус биофака), аудитория № 327 (учебный корпус биофака), аудитория № 329 (учебный корпус биофака), аудитория № 331 (учебный корпус биофака), аудитория № 319, лаборатория ИТ (учебный корпус биофака).</p> <p>5. помещения для самостоятельной работы: аудитория № 428 (учебный корпус биофака), читальный зал №1 (главный корпус).</p>	<p align="center">Аудитория № 324</p> <p>Учебная мебель, доска, экран на штативе DIQUIS, проектор Sony VPL-EX 100, ноутбук Aser Extensa 7630G-732G25Mi.</p> <p align="center">Аудитория № 327</p> <p>Учебная мебель, доска, проектор BenQMX525 DLP3200LmXGA13000, экран ClassicSolutionNormанастенный</p> <p align="center">Аудитория № 329</p> <p>Учебная мебель, доска, лабораторный инвентарь, весы Ohaus SPU-202, термостат TCO 1/80 СПУ охлаждающий, центрифуга ОПН 3М, шкаф вытяжной большой – 2 шт., магнитная мешалка MM-4, весы торсионные, экран на штативе Dexp TM-80, шкаф вытяжной – 2 шт.</p> <p align="center">Аудитория № 331</p> <p>Учебная мебель, гомогенизатор–324, доска, лабораторный инвентарь, колориметр КФК-2М – 3 шт., колориметр фотоэлектрический, микроскоп "ЛОМО" Микмед-1, морозильная камера Свияга 106, потенциометр РН-метр 340, спектрофотометр СФ-16, спектрофотометр СФ-121, термостат ТС 1/80 СПУ, центрифуга ОПН 3,02, шкаф вытяжной малый.</p> <p align="center">Аудитория № 319 Лаборатория ИТ</p> <p>Учебная мебель, доска, персональный компьютер в комплекте №1 iRU Corp – 15 шт.</p> <p align="center">Аудитория № 428</p> <p>Учебная мебель, доска, трибуна, мультимедиа-проектор InFocusIN119HDx, ноутбук Lenovo 550, экран настенный ClassicNorma 200*200, моноблоки стационарные - 2 шт.</p> <p align="center">Читальный зал №1</p> <p>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.</p>	<p>1. Windows 8 Russian. Windows Professional 8 Russian Upgrade. Договор № 104 от 17.06.2013 г. Лицензии бессрочные</p> <p>2. MicrosoftOfficeStandard 2013 Russian. Договор № 114 от 12.11.2014 г. Лицензии бессрочные</p> <p>3. Инструмент количественного определения активности амилолитических ферментов и ингибиторов амилаз по площади зоны гидролизованного крахмала, иммобилизованного в гель агарозы. № свидетельства 2015612790 от 26.02.2015, приказ № 1043 от 01.10.2015.</p> <p>4. Инструмент определения гидролитической активности по гидролизу субстрата в полиакриламидном геле. № свидетельства 2018611900 от 08.02.2018, приказ № 368 от 29.03.2018.</p> <p>5. Программное обеспечение Moodle. Официальный оригинальный английский текст лицензии для системы Moodle, http://www.gnu.org/licenses/gpl.html Перевод лицензии для системы Moodle, http://rusgpl.ru/rusgpl.pdf</p>

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Энзимология на 6 семестр
(наименование дисциплины)

Очная

форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: доцент, к.б.н. Шпирная И.А.
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Практические занятия: доцент, к.б.н. Шпирная И.А.
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Вид работы	Объем дисциплины
Общая трудоемкость дисциплины (ЗЕТ / часов)	3/108
Учебных часов на контактную работу с преподавателем:	
лекций	14
практических/ семинарских лабораторных	28
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	39
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	25,8

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)					Основная и дополнител ьная литература, рекомендуе мая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятел ьной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемост и (коллоквиум ы, контрольные работы, компьютерн ые тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕ М	ЛР	СР			
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 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.	6	2		2	2	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Механизм увеличения скоростей катализируемых ферментами реакций. Специфичность ферментативного катализа. Сходство и отличие биологических катализаторов от синтетических.	КЛ КПТ

								Преимущества и недостатки биокатализа при его использовании в технологических процессах. Мультимолекулярные ферментные комплексы. Изоферменты и их биологическое значение.	
3.	<p>Общие свойства ферментов</p> <p>Синтез ферментов в клетке и его регуляция. Зимогены. Индукция и репрессия синтеза.</p>	8	2		4	2	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Посттрансляционная модификация ферментов</p> <p>Роль ограниченного протеолиза в активации ферментов.</p>	КЛ ПР
	<p>Классификация и номенклатура ферментов</p> <p>Принципы классификации ферментов. Шифр фермента. Характеристика класса оксидоредуктаз. Трансферазы. Важнейшие представители этого класса и механизмы их действия. Биологическое значение трансферазных реакций. Коферменты трансфераз.</p>	2				2	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Подклассы, наиболее важные представители и энергетическое значение катализируемых оксидоредуктазами реакций. Механизмы реакций</p>	КЛ КПТ

							ферментативно го окисления и восстановлени я субстратов.		
	<p>Классификация и номенклатура ферментов</p> <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>	12	4		4	4	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Синтетазы . Механизмы действия. Зависимость от источников энергии. Значение в процессах анаболизма. Отдельные представители.</p>	КЛ КПТ
	<p>Методы определения активности ферментов.</p> <p>Принципы и способы количественного определения активности ферментов. Достоинства и недостатки титриметрических методов. Сравнительная оценка спектрофотометрических методов.</p>	17	4		8	5	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Принципы спектрофотометрии, приборы, автоматический анализ. Единицы ферментативной активности.</p>	КЛ
	<p>Методы, используемые в энзимологии. Методы фракционирования и выделения ферментов. Получение ферментов в очищенном виде. Методы очистки ферментов. Методы исследования</p>	8			4	4	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература:</p>	<p>Природа физико-химических взаимодействий молекул субстрата с активными</p>	Проверка докладов презентаций

	<p>структуры ферментов и строения активного центра. Молекулярные аспекты специфичности ферментов.</p> <p>Теория происхождения фермента и субстрата.</p>						литература: 1-4	центрами ферментов.	
	<p>Термодинамическая характеристика ферментативных реакций. Основные закономерности химической и ферментативной кинетики.</p> <p>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>	8			4	4	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа. Эффективность действия ферментов. Образование фермент-субстратных комплексов.</p>	
	<p>Регуляция активности ферментов.</p> <p>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>	12	4		4	4	<p>Основная литература: 1,2</p> <p>Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Температурный оптимум ферментативной реакции. Термостабильные и термолабильные ферменты. Активность ферментов при низких температурах. Влияние кристаллизации воды на активность ферментов.</p>	Рейтинговое тестирование

								Активность ферментов в замороженных средах.	
	<p>Регуляция активности ферментов. Зависимость скорости реакции от значения рН раствора. Влияние рН на заряд ионогенных групп в молекулах белка. Изменения структуры фермента и реакционной способности активного центра при разных значениях рН. Оптимальное значение рН для ферментов и его биологическое значение.</p>	4				4	<p>Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Регуляция скорости многоэтапных биохимических процессов путем обратной отрицательной связи. Аллостерическая регуляция активности фермента, действие промежуточных и конечных продуктов реакции.</p>	
	<p>Ингибирование функций ферментов. 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.</p>	6				6	<p>Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Реактивация инактивированных ферментов. Утилизация и регенерация кофакторов (коферментов). Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Традиционные методы стабилизации. Стабилизирующие добавки.</p>	

								Химическая модификация ферментов. Иммобилизация ферментов.	
	Всего часов:	108	14		28	39			

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФГБОУ ВО «БАШКИРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
БИОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ

СОДЕРЖАНИЕ РАБОЧЕЙ ПРОГРАММЫ

дисциплины Энзимология на 9 семестр

(наименование дисциплины)

Очно-заочная

форма обучения

Рабочую программу осуществляют:

Лекции: доцент, к.б.н. Шпирная И.А.
(должность, уч. степень, ф.и.о.)

Практические занятия: доцент, к.б.н. Шпирная И.А.
(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	22
практических/ семинарских	6
лабораторных	18
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	34,8
Учебных часов на подготовку к экзамену (Контроль)	62

Форма(ы) контроля: экзамен 9 семестр

№ п/п	Тема и содержание	Форма изучения материалов: лекции, практические занятия, семинарские занятия, лабораторные работы, самостоятельная работа и трудоемкость (в часах)					Основная и дополнительная литература, рекомендуемая студентам (номера из списка)	Задания по самостоятельной работе студентов	Форма текущего контроля успеваемости (коллоквиумы, контрольные работы, компьютерные тесты и т.п.)
		Всего	ЛК	ПР/СЕМ	ЛР	СР			
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 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.	6	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. Изоферменты и их биологическое значение.	КЛ КПТ

3.	Общие свойства ферментов Синтез ферментов в клетке и его регуляция. Зимогены. Индукция и репрессия синтеза.	8	2			5,8	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Посттрансляционная 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	2	2		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 гидролиза в процессах 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.	12	4		4	4	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Синтазы. Механизмы действия. Зависимость от источников энергии. Значение в процессах анаболизма. Отдельные представители.	КЛ КПТ
	Методы определения активности ферментов. Принципы и способы количественного определения активности ферментов. Достоинства и недостатки титриметрических методов. Сравнительная оценка спектрофотометрических методов.	15	4		4	5	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Принципы спектрофотометрии, приборы, автоматический анализ. Единицы ферментативной активности.	КЛ
	Методы, используемые в энзимологии. 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 строения фермента и субстрата.	8	2		4	4	Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4	Природа физико-химических взаимодействий молекул субстрата с активными центрами ферментов.	Проверка докладов с презентацией
	Термодинамическая характеристика ферментативных реакций. Основные закономерности химической и ферментативной кинетики.	8	2	2		6	Основная литература:	Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа.	

<p>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>						<p>1,2 Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Эффективность действия ферментов. Образование фермент-субстратных комплексов.</p>	
<p>Регуляция активности ферментов. 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>	12	2			8	<p>Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Температурный оптимум ферментативной реакции. Термостабильные и термолабильные ферменты. Активность ферментов при низких температурах. Влияние кристаллизации воды на активность ферментов. Активность ферментов в замороженных средах.</p>	Рейтинговое тестирование
<p>Регуляция активности ферментов. Зависимость скорости реакции от значения pH раствора. Влияние pH на заряд ионогенных групп в молекулах белка. Изменения структуры фермента и реакционной способности активного центра при разных значениях pH. Оптимальное значение pH для ферментов и его биологическое значение.</p>	4	2		2	4	<p>Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Регуляция скорости многоэтапных биохимических процессов путем обратной отрицательной связи. Аллостерическая регуляция активности фермента, действие промежуточных и конечных продуктов реакции.</p>	
<p>Ингибирование функций ферментов. 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.</p>	4	2		4	3	<p>Основная литература: 1,2 Дополнительная литература: 1-4</p>	<p>Реактивация инактивированных ферментов. Утилизация и регенерация кофакторов (коферментов). Стабилизация ферментов в биотехнологических системах. Традиционные методы стабилизации. Стабилизирующие добавки. Химическая модификация ферментов. Имобилизация ферментов.</p>	
<p>Всего часов:</p>	144	22	6	18	34,8			

