

МИНОБРНАУКИ РОССИИ

Федеральное государственное бюджетное
образовательное учреждение высшего образования
«Астраханский государственный университет имени В. Н. Татищева»
(Астраханский государственный университет им. В. Н. Татищева)

СОГЛАСОВАНО
Руководитель ОПОП


Курьянова Е.В.

«04» апреля 2024 г.

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой
фундаментальной биологии


Н.А. Ломтева

«04» апреля 2024 г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

«ЭНЗИМОЛОГИЯ»

Составитель(и)

Курьянова Е.В., доцент, д.б.н., профессор
кафедры;

Согласовано с работодателями:

Ясенявская А.Л., руководитель научно-исследовательского центра ФГБОУ ВО АГМУ Минздрава России;
Козлова Н.В., зав. лабораторией молекулярной генетики и физиологии Волжско-Каспийского филиала ФГБУН «ВНИРО»

Направление подготовки /
специальность

06.04.01 БИОЛОГИЯ

Направленность (профиль) /
специализация ОПОП

МЕДИКО-БИОЛОГИЧЕСКИЕ НАУКИ

Квалификация (степень)

магистр

Форма обучения

очная

Год приёма

2024

Курс

2

Семестр(ы)

4

1. ЦЕЛИ И ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

1.1 **Целями освоения дисциплины (модуля)** формирование: «Энзимология» является формировании системы знаний о химической структуре, свойствах ферментов, особенностях ферментативного катализа, регуляции ферментативных реакций в клетке и использования ферментов в практической деятельности.

1.2. Задачи освоения дисциплины (модуля):

- сформировать представление о современном состоянии и перспективах развития энзимологии;
- 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.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

2.1. **Учебная дисциплина (модуль) «Энзимология»** относится к части, формируемой участниками образовательных отношений. Изучается на 4 курсе в 2 семестре, общая трудоемкость дисциплины 3 з.е., 108 часов. Форма итогового контроля - экзамен.

2.2. **Для изучения данной учебной дисциплины (модуля) необходимы следующие знания, умения и навыки, формируемые предшествующими учебными дисциплинами (модулями): дисциплины бакалавриата (Химия, Цитология, Биохимия, Молекулярная биология)**

Знания:

- общие представления о строение и функции органелл клеток, молекулярных основах жизнедеятельности, биохимической природе ферментов и других органических веществ в живых клетках, функциях ферментативных белков, основах матричного синтеза, энергетических процессах в клетках, структурной организации тканей и клеток, свойств и химического состава органических веществ.

Умения:

-объяснять физические и химические основы строения и функционирования белков и других органических веществ в клетке, процессы матричного синтеза, основы катализа биохимических реакций, места локализации и функции ферментов, пользоваться химической посудой и оборудованием, проводить количественные и качественные реакции на органические вещества.

Навыки:

-работы с химической посудой, реактивами и оборудованием, выполнения работ по биохимическому анализу.

2.3. **Перечень последующих учебных дисциплин (модулей), для которых необходимы знания, умения и навыки, формируемые данной учебной дисциплиной (модулем):**

- подготовка и написание магистерской диссертации,
- производственная (преддипломная) практика.

3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ (МОДУЛЮ)

Процесс изучения дисциплины «Энзимология» направлен на формирование элементов следующих компетенций в соответствии с ФГОС ВО и ОПОП ВО по направлению подготовки 06.04.01 – Биология (специальность Медико-биологические

науки):

а) универсальные (УК) -

б) общепрофессиональных (ОПК): -

в) профессиональные (ПК): ПК-2, ПК-3

Таблица 1. Декомпозиция результатов обучения

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
ПК-2. Способен осуществлять анализ, систематизацию и обобщение результатов фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований и разработок.	ПК-2.1. Интерпретирует результаты исследований на основе современных методических принципов изучения живых систем, общепринятой практики планирования эксперимента, его технического и математического обеспечения, использования современных молекулярно-генетических методов исследования	основные термины и понятия по проблемам энзимологии; молекулярно-клеточные основы энзимологии; основы ферментативной активности	использовать знания основных терминов и понятий энзимологии для планирования эксперимента, его технического и математического обеспечения, использования современных молекулярно-генетических методов исследования ферментов	навыками использования знаний о ферментах для планирования и реализации эксперимента, его технического и математического обеспечения, использования современных молекулярно-генетических методов исследования
	ПК-2.2. Осуществляет представление результатов исследований с использованием современных информационных технологий и электронных ресурсов цифровой научной среды.	формы и способы представления результатов исследований ферментов с использованием современных информационных технологий и электронных ресурсов цифровой научной среды.	использовать знания о ферментах для адекватного представления результатов исследований с использованием современных информационных технологий и электронных ресурсов цифровой научной среды	навыками представления результатов исследований ферментов с использованием знаний по биохимии, молекулярной биологии с применением современных информационных технологий и электронных ресурсов цифровой научной среды
	ПК-2.3. Владеет способностью планирования эксперимента, навыками использования современных молекулярно-генетических	критерии выбора цели и задач исследования ферментов, методологию планирования экспериментального изучения ферментативных	делать выбор цели и задач исследования ферментов в прикладных и поисковых научных исследованиях; владеть	способностью планировать прикладные и поисковые научные исследования по изучению ферментов, навыками прогнозирования

Код компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю)		
		Знать (1)	Уметь (2)	Владеть (3)
	методов исследования	реакций на системном и молекулярно-генетическом уровнях.	методологией планирования экспериментального изучения ферментативных процессов на системном и молекулярно-генетическом уровнях.	результатов исследований энзимов.
ПК-3. Способен применять методические основы проектирования при ведении научной и производственной деятельности в области медицины и биологии	ПК-3.1. Знает основы планирования, выбора методов исследования и путей реализации эксперимента в соответствии с уровнем проектных исследований в области медицины и биологии	правила использования методов изучения ферментов при проектировании научной и производственной деятельности в области медицины и биологии	применять методы изучения ферментов при проектировании научной и производственной деятельности.	навыками применения методов изучения ферментов для эффективного проектирования научной и производственной деятельности.
	ПК-3.2. Составляет и контролирует соблюдение алгоритма решения проектных задач при ведении научной и производственной деятельности в области медицины и биологии.	схемы и алгоритмы решения задач по изучению ферментативной активности молекул и критерии оценки получаемых результатов при ведении научной и производственной деятельности в области медицины и биологии	разрабатывать схемы и алгоритмы решения прикладных задач по изучению ферментов, выявлять критерии оценки результатов изучения ферментов при ведении научной и производственной деятельности в области медицины и биологии	навыками разработки схем и алгоритмов решения прикладных задач по изучению ферментативной активности, навыками оценки результатов изучения ферментов при ведении научной и производственной деятельности в области медицины и биологии
	ПК-3.3. Владеет навыками планирования, выбора методов исследования и путей реализации эксперимента в соответствии с уровнем проектных исследований в области медицины и биологии	методы исследования ферментов, методологию планирования и реализации экспериментов по изучению каталитической активности	планировать исследования ферментов, разрабатывать дизайн экспериментов по изучению ферментов в соответствии с уровнем проектных исследований в области медицины и биологии	навыками планирования исследований ферментов, навыками разработки дизайна экспериментов по изучению активности ферментов в соответствии с уровнем проектных исследований в области медицины и биологии

4. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость дисциплины «Энзимология» в соответствии с учебным планом составляет 3 зачетные единицы (108 часов), в том числе 31,25 часа, выделенных на контактную работу обучающихся с преподавателем, из них – 10 ч – лекционные занятия, 20 ч - практические, семинарские занятия, 0,25 ч – контрольные работы и 1 ч консультации перед экзаменом. На самостоятельную работу студентов выделяется 76,75 ч.

Трудоемкость отдельных видов учебной работы студентов очной формы обучения приведена в таблице 2.1.

Таблица 2.1. Трудоемкость отдельных видов учебной работы по формам обучения

Вид учебной и внеучебной работы	для очной формы обучения
Объем дисциплины в зачетных единицах	3
Объем дисциплины в академических часах	108
Контактная работа обучающихся с преподавателем (всего), в том числе (час.):	31,25
- занятия лекционного типа, в том числе:	10
- практическая подготовка (если предусмотрена)	0
- занятия семинарского типа (семинары, практические, лабораторные), в том числе:	20
- практическая подготовка (если предусмотрена)	0
- консультация (предэкзаменационная)	1
- промежуточная аттестация по дисциплине	0,25
Самостоятельная работа обучающихся (час.)	76,75
Форма промежуточной аттестации обучающегося (зачет/экзамен), семестр (ы)	экзамен – 4 семестр

Содержание дисциплины, структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и видов учебных занятий и самостоятельной работы, для каждой формы обучения представлено в таблице 2.2.

Таблица 2.2. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП	КР / КП			
Семестр 4										
<i>Тема 1.</i> Научные и практические аспекты энзимологии	<i>1</i>		<i>2</i>					<i>11</i>	<i>14</i>	Устный опрос, дискуссии
<i>Тема 2.</i> Структурная организация ферментов	<i>1</i>		<i>2</i>					<i>11</i>	<i>14</i>	Устный опрос, доклады, дискуссии, выполнение практических заданий
<i>Тема 3.</i> Механизм действия	<i>1</i>		<i>4</i>				<i>0,1</i>	<i>11</i>	<i>16,</i>	Устный

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП	КР / КП			
ферментов									1	опрос, доклады, дискуссии, выполнение практических заданий
<i>Тема 4.</i> Кинетика ферментативных реакций	2		2					11	15	Устный опрос, доклады, дискуссии, выполнение практических заданий
<i>Тема 5.</i> Классификация, номенклатура и методы определения активности ферментов.	1		4					11	16	Устный опрос, доклады, выполнение практических заданий, дискуссии, контр. работа
<i>Тема 6.</i> Регуляция и секреция ферментов	2		2				0,15	10,75	14,9	Устный опрос, доклады, выполнение практических заданий, письменная контрольная работа
<i>Тема 7.</i> Методы выделения, очистки и использования ферментов	2		4					11	17	
Консультации									1	
Контроль промежуточной аттестации										экзамен
ИТОГО за семестр:	10		20				0,25	76,75	108	
Итого за весь период	10		20				0,2	76,	108	

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Контактная работа, час.							СР, час	Итого часов	Форма текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации
	Л	в т.ч. ПП	ПЗ	в т.ч. ПП	ЛР	в т.ч. ПП	КР / КП			
							5	75		

Примечание: Л – лекция; ПЗ – практическое занятие, семинар; ЛР – лабораторная работа; ПП – практическая подготовка; КР / КП – курсовая работа / курсовой проект; СР – самостоятельная работа

Таблица 3 - Матрица соотношения тем/разделов учебной дисциплины/модуля и формируемых в них компетенций

Темы, разделы дисциплины	Кол-во часов	Компетенции		
		ПК-2	ПК-3	Общее количество компетенций
Тема 1. Научные и практические аспекты энзимологии	14	+	+	2
Тема 2. Структурная организация ферментов	14	+	+	2
Тема 3. Механизм действия ферментов	16,1	+	+	2
Тема 4. Кинетика ферментативных реакций	15	+	+	2
Тема 5. Классификация, номенклатура и методы определения активности ферментов.	16	+	+	2
Тема 6. Регуляция и секреция ферментов	14,9	+	+	2
Тема 7. Методы выделения, очистки и использования ферментов	17	+	+	2

Краткое содержание курса

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. Предстабионарная и стабильная 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 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, постратрансляционная секреция.

Тема 7. 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.

5. . МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ПРЕПОДАВАНИЮ И ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

5.1. Указания для преподавателей по организации и проведению учебных занятий по дисциплине «Энзимология»

Основные формы учебных занятий по дисциплине (модулю) Энзимология - лекционные и практические занятия. Лекционные занятия по дисциплине могут проводиться с применением методов интерактивности, визуализации, проверки качества. Практические занятия по дисциплине могут проводиться в виде семинаров и практических работ с применением принципов работы в командах, визуализации, дискуссий, подготовки групповых проектных заданий, выполнения практических заданий и др.

Лекция представляет собой систематичное, последовательное устное изложение преподавателем определенного раздела учебной дисциплины. Слушание лекции предполагает активную мыслительную деятельность студентов, главная задача которых - понять сущность рассматриваемой темы, уловить логику рассуждений лектора; размышляя вместе с ним, оценить его аргументацию, составить собственное мнение об изучаемых проблемах и соотнести услышанное с тем, что уже изучено. При этом студент должен конспектировать (делать записи) изложенный в лекции материал. Ведение

конспектов является творческим процессом и требует определенных умений и навыков. Целесообразно следовать некоторым практическим советам: формулировать мысли кратко и своими словами, записывая только самое существенное; учиться на слух отделять главное от второстепенного; оставлять в тетради поля, которые можно использовать в дальнейшем для уточняющих записей, комментариев, дополнений; постараться выработать свою собственную систему сокращений часто встречающихся слов (это дает возможность меньше писать, больше слушать и думать). Сразу после лекции полезно просмотреть записи и по свежим следам восстановить пропущенное и дописать в конспект. Важно уяснить, что лекция - это не весь материал по изучаемой теме, который дается студентам для его «зубрежки». Прежде всего, это – «путеводитель» студентам в их дальнейшей самостоятельной учебной и научной работе.

Практическое (семинарское) занятие - это особая форма учебно-теоретических занятий, которая, как правило, служит дополнением к лекционному курсу. Его отличительной особенностью является активное участие самих студентов в объяснении вынесенных на рассмотрение проблем, вопросов. Преподаватель дает возможность студентам свободно высказаться по обсуждаемому вопросу и только помогает им правильно построить обсуждение. Студенты заблаговременно знакомятся с планом семинарского занятия и литературой, рекомендуемой для изучения данной темы, чтобы иметь возможность подготовиться к семинару. При подготовке к занятию необходимо: проанализировать его тему, подумать о цели и основных проблемах, вынесенных на обсуждение; внимательно прочитать конспект лекции по этой теме; изучить рекомендованную литературу, делая при этом конспект прочитанного или выписки, которые понадобятся при обсуждении на семинаре; постараться сформулировать свое мнение по каждому вопросу и аргументировано его обосновать. Практическое (семинарское) занятие помогает студентам глубоко овладеть предметом, способствует развитию умения самостоятельно работать с учебной литературой и документами, освоению студентами методов научной работы и приобретению навыков научной аргументации, научного мышления. Преподавателю же работа студентов на семинаре позволяет судить о том, насколько успешно они осваивают материал курса.

Таблица 4 - Содержание самостоятельной работы обучающихся

№	Темы/вопросы, выносимые для самостоятельного изучения	Кол-во часов	Форма работы
1	Тема. Научные и практические аспекты энзимологии	11	Работа с литературой, конспект, устный доклад, подготовка к семинару.
2	Тема. Структурная организация ферментов	11	Работа с литературой, конспект, устный доклад, подготовка к контрольной работе.

3	Тема. Механизм действия ферментов	11	Работа с литературой, конспект, устный доклад, подготовка к тестовой контрольной работе.
4	Тема. Кинетика ферментативных реакций	11	Работа с литературой, конспект, устный доклад, подготовка к тестовой контрольной работе
5.	Тема. Классификация, номенклатура и методы определения активности ферментов.	11	Работа с литературой, конспект, устный доклад, подготовка к тестовой контрольной работе
6.	Тема. Регуляция и секреция ферментов	10,75	Работа с литературой, конспект, устный доклад, подготовка к тестовой контрольной работе
7.	Тема. Методы выделения, очистки и использования ферментов	11	Работа с литературой, конспект, устный доклад, подготовка к тестовой контрольной работе

5.3. Виды и формы письменных работ, предусмотренных при освоении дисциплины, выполняемые обучающимися самостоятельно.

Самостоятельная работа студента по дисциплине призвана, не только закреплять и углублять знания, полученные на аудиторных занятиях, но и способствовать развитию у студентов творческих навыков, инициативы, умения организовать своё время.

Самостоятельная работа по дисциплине «Энзимология» включает самостоятельное изучение теоретического материала, подготовку рефератов или устных сообщений. Самостоятельная работа студентов по дисциплине «Энзимология» предусматривается объемом 76,75 часа и организуется в соответствии с используемыми в учебном процессе формами учебных занятий.

В результате самостоятельной работы по дисциплине «Энзимология» каждый студент должен подготовить классификационные схемы, отражающие основные группы ферментов, методы определения активности, механизмы действия, способы выделения и очистки ферментов, подготовить презентацию и реферат по вопросам, вынесенным на самостоятельное изучение, подготовиться к контрольным работам в соответствии с планом изучения дисциплины, или подготовить доклад по выбранной теме и сделать устное сообщение.

ЗАДАНИЕ ПО СОСТАВЛЕНИЮ КЛАССИФИКАЦИОННЫХ СХЕМ

Схемы должны отражать принятые сегодня классификации и краткие характеристики или описание ферментов, механизмов действия, кинетику ферментативных реакций. Для получения зачета схемы должны быть сданы на проверку.

Одним из элементов учебного процесса при выполнении самостоятельной работы является подготовка реферата или доклада. Основной целью этого процесса является развитие мышления и творческих способностей студентов, получения навыков самостоятельной работы с научной литературой. Подготовка доклада предполагает раскрытие одной из тем, предложенных преподавателем или выбранных самим студентом по согласованию с преподавателем. Тему реферата (доклада) студент выбирает самостоятельно из представленных в списке (или предлагает свою) и утверждает у преподавателя в течение первых двух недель обучения. Доклад выполняется с использованием учебной и научной литературы и обязательно подкрепляется материалами из научных статей журналов.

Доклад должен быть оформлен в соответствии с требованиями оформления студенческих текстовых документов. Объем может составлять до 5-8 страниц. Реферат может быть объемом до 15 стр.

ТЕМАТИКА ДОКЛАДОВ

1. Теории взаимодействия фермента и субстрата.
2. Термодинамическая характеристика ферментативной реакции.
3. Основные понятия химической кинетики.
4. Скорость химической реакции. Зависимость скорости от концентрации фермента и субстрата.
5. Зависимость скорости протекания реакции от времени.
6. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
7. Кинетические параметры (V_{max} , K_s , K_m), их физический смысл и способы определения.
8. Влияние условий (температуры и pH) на скорость ферментативной реакции.
9. Ингибиторы ферментативных реакций: определение, классификация, примеры.
10. Влияние ингибиторов на основные кинетические параметры.
11. Специфичность ферментативного катализа.
12. Методы выделения и очистки ферментов.
- 13.. Методы проверки чистоты фермента.
14. Методы определения активности ферментов.
15. Буферные растворы и их виды, приготовление буферных растворов.
16. Спектральные методы ферментативного анализа.

17. Электрохимические методы ферментативного анализа.
18. Методы определения оксидоредуктаз.
19. Методы определения гидролаз.
20. Методы определения трансфераз.
21. Методы определения протеаз.
22. Методы определения лиаз и изомераз.
23. Методы концентрирования ферментов.
24. Иммуноферментный анализ в энзимологии.
25. Изучение связывания ферментов.
26. Принципы иммобилизации ферментов.
27. Методы иммобилизации ферментов
28. Биореакторы и биосенсоры.

МЕТОДИЧЕСКИЕ РЕКОМЕНДАЦИИ ПО НАПИСАНИЮ РЕФЕРАТА

Реферат – вид самостоятельной работы студентов с научной и научно-популярной литературой. Студент выбирает наиболее интересную для него тему, и на основе анализа литературы раскрывает ее. Возможна подготовка реферата по теме, не указанной в перечне, но соответствующей содержанию программы.

Объем реферата – 5-10 страниц. Текст оформляется на стандартных листах формата А4, с одной стороны, с обязательной нумерацией страниц. Поля: верхнее и нижнее – 2,5 см; левое – 3 см; правое – 1 см. **Реферат сдается в папке.** Первая страница не нумеруется, оформляется как титульный лист (пример приводится).

На второй странице располагают план реферата. Пункты плана должны раскрывать основное содержание выбранной проблемы.

С третьей страницы начинается само содержание реферата. Во введении (2-3 страницы) необходимо раскрыть важность и значение проблемы, обосновать, почему выбрали именно эту тему, чем она для Вас интересна, определить цель реферата.

Основная часть (до 10 страниц) дает определение и характеристику проблемы, раскрывает основные направления ее развития, разрешения и применения.

В заключении (1-2 страницы) делаются выводы по реферату, выражается свое отношение к проблеме.

На последней странице размещается список использованной литературы. Для написания реферата необходимо использовать не менее 5 источников.

6. ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ И ИНФОРМАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ

6.1. Образовательные технологии

В процессе обучения используются различные образовательные технологии как традиционные (лекции и семинарские занятия), так и инновационные: лекции с элементами проблемного изложения, проблемные семинары, мультимедиа и компьютерные технологии (лекции в форме презентации с использованием мультимедийного оборудования). Методическое обеспечение интерактивных форм проведения занятий находится в составе учебно-методического комплекса дисциплины на кафедре.

Лекционные занятия строятся на диалоговой основе, используются электронные презентации, что способствует активизации внимания студентов и лучшему усвоению изучаемого материала. На семинарских занятиях используются дискуссии по актуальным социальным проблемам, методы проблематизации сознания студентов, направленные на формирование способности видеть, самостоятельно анализировать и находить пути решения социальных проблем.

В учебном процессе используются разнообразные методы организации и осуществления учебно-познавательной деятельности (словесные, наглядные и практические

методы передачи информации, проблемные лекции и др.); стимулирования и мотивации учебно-познавательной деятельности (дискуссии и др.); контроля и самоконтроля (индивидуального и фронтального, устного и письменного опроса, коллоквиума, зачета).

Необходимым элементом учебной работы является консультирование студентов по вопросам учебного материала.

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к семинарским занятиям, выполнение различных видов заданий, написание докладов, подготовку к текущему и промежуточному контролю.

Текущий контроль помогает дифференцировать студентов на успевающих и неуспевающих, мотивирует обучение. Текущий контроль может быть организован с помощью устного опроса, контрольных заданий, тестов, коллоквиумов.

Зачет по дисциплине, может включать:

1. итоговый тест, содержит вопросы по всему курсу,
2. собеседование по вопросам.

Таблица 5 - Образовательные технологии, используемые при реализации учебных занятий

Раздел, тема дисциплины (модуля)	Форма учебного занятия		
	Лекция	Практическое занятие, семинар	Лабораторная работа
Тема 1. Научные и практические аспекты энзимологии	Обзорная лекция	Семинар	Не предусмотрены
Тема 2. Структурная организация ферментов	Проблемная лекция	Семинар	Не предусмотрены
Тема 3. Механизм действия ферментов	Лекция-диалог	Практическое занятие	Не предусмотрены
Тема 4. Кинетика ферментативных реакций	Проблемная лекция	Практическое занятие	Не предусмотрены
Тема 5. Классификация, номенклатура и методы определения активности ферментов.	Проблемная лекция	Практическое занятие	Не предусмотрены
Тема 6. Регуляция и секреция ферментов	Проблемная лекция	Практическое занятие	Не предусмотрены
Тема 7. Методы выделения, очистки и использования ферментов	Проблемная лекция	Семинар	Не предусмотрены

6.2. Информационные технологии

При реализации различных видов учебной и внеучебной работы используются следующие информационные технологии:

– использование возможностей интернета в учебном процессе (использование сайта преподавателя (рассылка заданий, предоставление выполненных работ, ответы на вопросы, ознакомление обучающихся с оценками и т. д.)).

использование электронных учебников и различных сайтов (например, электронных библиотек, журналов и т. д.) как источников информации.

Использование электронных учебников и различных сайтов:

1. Базы данных: GenBank – <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Genbank/GenbankSearch.html>;
2. Нуклеотидных последовательностей EMBL - <http://www.ebi.ac.uk/embl/>; ProSite - <http://us.expaty.org/prosite>
3. Catalog of Human Genes and Disorders: Online Medelian Inheritance in Man (OMIM) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Omim>
4. Human Mitochondrial Genome Database (МГГОМАР) <http://www.mitomap.org>
5. National Center for Biotechnology Information (NCBI) <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/disease/>
6. NCBI (National Center for Biotechnology Information) и OMIM (Online Medelian Inheritance in Man).
7. ГосНИИГенетика (Москва) <http://www.genetika.ru/>
8. Институт белка РАН (г. Пущино Московской обл.) <http://www.protres.ru/>
9. Институт биоорганической химии им. М. М. Шемякина и Ю. А. Овчинникова РАН (Москва) <http://www.ibch.ru/>
10. Институт биофизики СО РАН (Красноярск) <http://www.ibp.ru/> – Режим доступа свободный
11. Институт молекулярной биологии им. Энгельгардта РАН (Москва) <http://www.eimb.ru/>
12. Институт физико-химической биологии им. Белозерского МГУ (Москва) <http://www.belozersky.msu.ru/>
13. Институт цитологии и генетики СО РАН (Новосибирск) <http://www.bionet.nsc.ru/>
14. Интернет-журнал «BioMed Central» <http://www.biomedcentral.com/>, Яз. англ.
15. Интернет-журнал «BioMedNet» <http://www.bmn.com/>, Яз. англ.
16. Проект «Вся биология» <http://sbio.info/>
17. Российский химико-технический университет им. Д.И. Менделеева - <http://www.muctr.ru/>
18. Ставропольский государственный аграрный университет <http://www.stgau.ru/>
19. ФГБУ НИИ по изучению лепры (Астрахань) <http://inlep.ru/>
20. Электронная библиотека методических указаний, учебно-методических пособий Спб ГТУРП <http://nizrp.narod.ru/kafvse.htm>.

– использование возможностей электронной почты преподавателя. Использование электронной почты преподавателя позволяет обмениваться со студентами необходимой для занятий информацией, рассылать задания, получать выполненные задания, эссе, проводить проверку курсовых работ, рефератов.

– использование средств представления учебной информации (электронных учебных пособий и практикумов, применение новых технологий для проведения очных (традиционных) лекций и семинаров с использованием презентаций и т. д.). Проведение лекций и семинаров с использованием презентаций также является важным и необходимым условием для усвоения материала и формирования компетенций.

– использование интегрированных образовательных сред, где главной составляющей являются не только применяемые технологии, но и содержательная часть, т. е. информационные ресурсы (доступ к мировым информационным ресурсам, на базе которых строится учебный процесс);

– использование виртуальной обучающей среды (LMS Moodle «Электронное образование») или иных информационных систем, сервисов и мессенджеров.

6.3. Программное обеспечение, современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

6.3.1. Программное обеспечение

Наименование программного обеспечения	Назначение
Adobe Reader	Программа для просмотра электронных

Наименование программного обеспечения	Назначение
	документов
Платформа дистанционного обучения LMS Moodle	Виртуальная обучающая среда
Mozilla FireFox	Браузер
Microsoft Office 2013, Microsoft Office Project 2013, Microsoft Office Visio 2013	Пакет офисных программ
7-zip	Архиватор
Microsoft Windows 7 Professional	Операционная система
Kaspersky Endpoint Security	Средство антивирусной защиты
Google Chrome	Браузер
Notepad++	Текстовый редактор
OpenOffice	Пакет офисных программ
Opera	Браузер
Microsoft Security Assessment Tool. Режим доступа: http://www.microsoft.com/ru-ru/download/details.aspx?id=12273 (Free) Windows Security Risk Management Guide Tools and Templates. Режим доступа: http://www.microsoft.com/en-us/download/details.aspx?id=6232 (Free)	Программы для информационной безопасности
R	Программная среда вычислений
VirtualBox	Программный продукт виртуализации операционных систем
VLC Player	Медиапроигрыватель
VMware (Player)	Программный продукт виртуализации операционных систем
Far Manager	Файловый менеджер
Sofa Stats	Программное обеспечение для статистики, анализа и отчетности
WinDjView	Программа для просмотра файлов в формате DJV и DjVu
IBM SPSS Statistics 21	Программа для статистической обработки данных

6.3.2. Современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

<i>Наименование современных профессиональных баз данных, информационных справочных систем</i>	
Универсальная справочно-информационная полнотекстовая база данных периодических изданий ООО «ИВИС» http://dlib.eastview.com	
<i>Имя пользователя:</i>	<i>AstrGU</i>
<i>Пароль:</i>	<i>AstrGU</i>
Электронные версии периодических изданий, размещённые на сайте информационных ресурсов www.polpred.com	
Электронный каталог Научной библиотеки АГУ на базе MARKSQL НПО «Информ-систем» https://library.asu.edu.ru/catalog/	
Электронный каталог «Научные журналы АГУ» https://journal.asu.edu.ru/	

*Наименование современных профессиональных баз данных,
информационных справочных систем*

Корпоративный проект Ассоциации региональных библиотечных консорциумов (АРБИКОН) «Межрегиональная аналитическая роспись статей» (МАРС) – сводная база данных, содержащая полную аналитическую роспись 1800 названий журналов по разным отраслям знаний. Участники проекта предоставляют друг другу электронные копии отсканированных статей из книг, сборников, журналов, содержащихся в фондах их библиотек. <http://mars.arbicon.ru>

Справочная правовая система КонсультантПлюс.
Содержится огромный массив справочной правовой информации, российское и региональное законодательство, судебную практику, финансовые и кадровые консультации, консультации для бюджетных организаций, комментарии законодательства, формы документов, проекты нормативных правовых актов, международные правовые акты, правовые акты, технические нормы и правила. <http://www.consultant.ru>

7. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ И ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ

7.1. Паспорт фонда оценочных средств

При проведении текущего контроля и промежуточной аттестации по дисциплине «Энзимология» проверяется сформированность у обучающихся компетенций, указанных в разделе 3 настоящей программы. Этапность формирования данных компетенций в процессе освоения образовательной программы определяется последовательным освоением дисциплин (модулей) и прохождением практик, а в процессе освоения дисциплины (модуля) – последовательным достижением результатов освоения содержательно связанных между собой разделов, тем.

Таблица 6 - Соответствие изучаемых разделов, результатов обучения и оценочных средств

№ п/п	Контролируемые разделы дисциплины (модуля)	Код контролируемой компетенции (компетенций)	Наименование оценочного средства
1	Тема 1. Научные и практические аспекты энзимологии	ПК-2, ПК-3	Вопросы к семинару, вопросы для дискуссий, задание для самостоятельной работы
2	Тема 2. Структурная организация ферментов	ПК-2, ПК-3	Анализ практической работы, реферативные сообщения, тестирование
3	Тема 3. Механизм действия ферментов	ПК-2, ПК-3	Доклад
4	Тема 4. Кинетика ферментативных реакций	ПК-2, ПК-3	Анализ практической работы,

5.	Тема 5 . Классификация, номенклатура и методы определения активности ферментов.	ПК-2, ПК-3	Анализ практической работы
6.	Тема 6. Регуляция и секреция ферментов	ПК-2, ПК-3	Доклад
7.	Тема 7. Методы выделения, очистки и использования ферментов	ПК-2, ПК-3	Анализ практической работы

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

Для оценивания результатов обучения в виде **знаний** используются следующие типы контроля:

- тестирование;
- индивидуальное собеседование, - письменные ответы на вопросы.

Для оценивания результатов обучения в виде **умений и владений** используются следующие типы контроля:

- практические контрольные задания (далее – ПКЗ), включающих одну или несколько задач (вопросов) в виде краткой формулировки действий (комплекса действий), которые следует выполнить, или описание результата, который нужно получить.

Таблица 7- Критерии оценивания результатов обучения

5 «отлично»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
4 «Хорошо»	-дается комплексная оценка предложенной ситуации; -демонстрируются глубокие знания теоретического материала и умение их применять; - последовательное, правильное выполнение всех заданий; -возможны единичные ошибки, исправляемые самим студентом после замечания преподавателя; -умение обоснованно излагать свои мысли, делать необходимые выводы.
3 «Удовлетворительно»	-затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; -неполное теоретическое обоснование, требующее наводящих вопросов преподавателя; -выполнение заданий при подсказке преподавателя; - затруднения в формулировке выводов.
2 «Неудовлетворительно»	- неправильная оценка предложенной ситуации; -отсутствие теоретического обоснования выполнения заданий.

Таблица 8 - Показатели оценивания результатов обучения в виде умений и владений

Шкала оценивания	Критерии оценивания
5 «Отлично»	Демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет

	задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы
4 «Хорошо»	Демонстрирует способность применять знание теоретического материала при выполнении заданий, последовательно и правильно выполняет задания, умеет обоснованно излагать свои мысли и делать необходимые выводы, допускает единичные ошибки, исправляемые после замечания преподавателя
3 «Удовлетворительно»	Демонстрирует отдельные, несистематизированные навыки, испытывает затруднения и допускает ошибки при выполнении заданий, выполняет задание при подсказке преподавателя, затрудняется в формулировке выводов
2 «Неудовлетворительно»	Не способен правильно выполнить задание

7.3. Контрольные задания и иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения по дисциплине (модулю)

Тема 1. Научные и практические аспекты энзимологии

Вопросы к семинару и дискуссии

1. Цели и задачи энзимологии. Значение энзимологии для биологии, медицины, промышленности и сельского хозяйства.
2. История развития, вклад отечественных и зарубежных ученых в развитие энзимологии.
3. Роль ферментов в биологических системах. Локализация ферментов в клетке.
4. Многообразие ферментов, их общие и специфические свойства.
5. Общая характеристика основных классов ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы (синтетазы).
6. Изоферменты, мультимолекулярные ферментные системы, зимогены.
7. Рибозимы и каталитические антитела (абзимы).

Задание для самостоятельной работы.

Классификационная схема, отражающая современную классификацию ферментов. Международная классификация ферментов (КФ).

Тема 2. Структурная организация ферментов

Вопросы к семинару и дискуссии

1. Химическая природа ферментов. Уровни структурной организации ферментов. Первичная, вторичная, третичная структура ферментов, связи участвующие в формировании этих структур.
2. Доменная структура и её роль в функционировании ферментов. Четвертичная структура ферментов.
3. Особенности строения и функционирования олигомерных ферментов. Биологическая роль олигомерной структуры.
4. Активный центр фермента, его субстрат-связывающий и каталитический участки. Статические и динамические модели активных центров ферментов.
5. Фермент-субстратный комплекс. Силы, стабилизирующие различные конформационные состояния системы фермент-субстрат.
6. Специфичность действия ферментов и ее виды. Механизмы обеспечения высокой специфичности ферментов.
7. Строение и функции небелковых компонентов ферментов: ионы металлов и коферменты. Роль кофакторов в функционировании ферментов.

7. Классификация коферментов. Специфичность коферментов. Роль ионов металлов в ферментативном катализе.
8. Металлоферменты и ферменты, активируемые металлами.

Задание для самостоятельной работы.

Методы изучения активности белков-ферментов.
Методы изучения олигомерных ферментов.
Строение и механизм действия кофермента ФАД.
Строение и механизм действия кофермента А.
Строение и механизм действия пиридоксальфосфата.
Механизм действия лизоцима.

Тема 3. Механизм действия ферментов

Вопросы к семинару и дискуссии

1. Механизм ферментативного катализа. Многостадийность ферментативной реакции.
2. Образование фермент-субстратного комплекса.
3. Характеристика этапов катализа: сближение и необходимая ориентация реагентов, удаление молекул воды, стабилизация переходного состояния, перенос группы, высвобождение продукта.
4. Типы взаимодействия в механизме действия сложных ферментов. Положительная и отрицательная кооперация субъединиц.
5. Аллостерические ферменты. Аллостерический центр, его роль в регуляции обменных процессов.
6. Полифункциональные ферментные системы: мультиферментные комплексы и конъюгаты. Функциональные последствия объединения ферментов. Регуляторные эффекты.

Задание для самостоятельной работы

Дать характеристику и привести примеры, иллюстрирующие этапы катализа: сближение и необходимая ориентация реагентов, удаление молекул воды, стабилизация переходного состояния, перенос группы, высвобождение продукта

Тема 4. Кинетика ферментативных реакций

Вопросы к семинару и дискуссии

- 1) Фазы ферментативного процесса. Понятие начальной скорости.
- 2) Роль необратимых реакций в стратегии метаболизма.
- 3) Уравнение Михаэлиса-Ментен. Отклонение от уравнения Михаэлиса-Ментен.
- 4) Значение k_{cat} , K_m , V_m , K_s' . Методы расчета каталитических констант.
- 5) Единицы ферментативной активности. Методы определения активности ферментов. Выражение активности ферментов.
- 6) Факторы, определяющие активность ферментов: концентрация фермента, концентрация субстрата, температура, рН среды, активаторы и ингибиторы.
- 7) Влияние температуры на кинетику ферментативных реакций. Закон Вант-Гоффа. Зависимость кинетических и равновесных параметров ферментативной реакции от температуры.
- 8) рН-зависимость ферментативной реакции. Константы диссоциации групп свободного фермента и фермент-субстратного комплекса.
- 9) Активаторы и ингибиторы ферментативных реакций. Графическое представление ингибирования.
- 10) Необратимое ингибирование ферментов.
- 11) Механизм конкурентного ингибирования и его значение.
- 12) Кинетика действия аллостерических ферментов.

- 13) Проферменты.
- 14) Обратимость действия ферментов.
- 15) Изоферменты. Ферментная система.
- 16) Стереохимическая специфичность действия ферментов.

Задания для самостоятельной работы и для практических работ

1. Изучение термодинамики конформационных изменений активных центров ферментов.
2. Примеры исследования температурных зависимостей
3. Нахождение значений рК по кривым рН-зависимостей ферментативных реакций.
4. Примеры исследования рН-зависимостей.
5. Влияние активаторов на кинетику ферментативных реакций.
6. Примеры ингибирования и активирования ферментативных реакций.

Тема 5. Классификация, номенклатура и методы определения активности ферментов

Вопросы к семинару и дискуссии

1. Принципы классификации ферментов. Шифр фермента.
2. Характеристика класса оксидоредуктаз.
3. Трансферазы. Характеристика класса гидролаз.
4. Лиазы. Особенности каталитического действия.
5. Изомеразы. Роль реакций изомерного превращения в биологических процессах.
6. Синтазы. Механизмы действия.
7. Характеристики метаболических путей: пространственная локализация ферментов, компартментализация, ткане- и органоспецифичность.
8. Понятие о ключевых ферментах.

Задания для самостоятельной работы и практического выполнения

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

Вопросы к семинару и дискуссии

1. Регуляция количества молекул фермента изменением скорости синтеза, активации и распада.
2. Регуляция скорости ферментативной реакции доступностью субстратов кофакторов/коферментов.
3. Ассоциация/диссоциация ферментов в регуляции их активности.
4. Регуляция ковалентной модификацией.
5. Аллостерическая регуляция.
6. Регуляция по принципу обратной связи. Понятие о конститутивных и индуцибельных ферментах.
7. Регуляция под действием условий окружающей среды: индукция, репрессия, катаболитная репрессия.
8. Нетрадиционные типы репрессии синтеза ферментов конечными продуктами.
9. Секреция ферментов. Котрансляционная, посттрансляционная секреция.

Тема 7. Методы выделения, очистки и использования ферментов

Вопросы к семинару и дискуссии.

1. Особенности выделения и получения ферментов из растительного,
2. Получение ферментов из животного сырья.
3. Получение ферментов из микроорганизмов.
4. Преимущества и недостатки иммобилизованных ферментов.

Задания для практического выполнения

4. Экстрагирование ферментов и концентрирование ферментных растворов.
5. Высаливание и осаждение органическими растворителями.
6. Мембранные методы очистки ферментных растворов.
7. Разделение и очистка ферментов хроматографическими методами.
8. Препаративный электрофорез.
9. Иммобилизованные ферменты. Получение иммобилизованных ферментов.

Темы рефератов

1. Теории взаимодействия фермента и субстрата.
2. Термодинамическая характеристика ферментативной реакции.
3. Основные понятия химической кинетики.
4. Скорость химической реакции. Зависимость скорости от концентрации фермента и субстрата.
5. Зависимость скорости протекания реакции от времени.
6. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
1. Теории взаимодействия фермента и субстрата.
2. Термодинамическая характеристика ферментативной реакции.
3. Основные понятия химической кинетики.
4. Скорость химической реакции. Зависимость скорости от концентрации фермента и субстрата.
5. Зависимость скорости протекания реакции от времени.
6. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
7. Кинетические параметры (V_{max} , K_s , K_m), их физический смысл и способы определения.
8. Влияние условий (температуры и pH) на скорость ферментативной реакции.
9. Ингибиторы ферментативных реакций: определение, классификация, примеры.
10. Влияние ингибиторов на основные кинетические параметры.
11. Специфичность ферментативного катализа.
12. Методы выделения и очистки ферментов.
- 13.. Методы проверки чистоты фермента.
14. Методы определения активности ферментов.
15. Буферные растворы и их виды, приготовление буферных растворов.
16. Спектральные методы ферментативного анализа.
17. Электрохимические методы ферментативного анализа.
18. Методы определения оксидоредуктаз.
19. Методы определения гидролаз.
20. Методы определения трансфераз.
21. Методы определения протеаз.
22. Методы определения лиаз и изомераз.
23. Методы концентрирования ферментов.
24. Иммуноферментный анализ в энзимологии.
25. Изучение связывания ферментов.
26. Принципы иммобилизации ферментов.
27. Методы иммобилизации ферментов
28. Биореакторы и биосенсоры.

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. Теории взаимодействия фермента и субстрата.
9. Термодинамическая характеристика ферментативной реакции.
10. Основные понятия химической кинетики.
11. Скорость химической реакции. Зависимость скорости от концентрации фермента и субстрата.
12. Зависимость скорости протекания реакции от времени.
13. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
14. Кинетические параметры (V_{max} , K_s , K_m), их физический смысл и способы определения.
15. Влияние условий (температуры и pH) на скорость ферментативной реакции.
16. Ингибиторы ферментативных реакций: определение, классификация, примеры.
17. Влияние ингибиторов на основные кинетические параметры.
18. Специфичность ферментативного катализа.
19. Методы выделения и очистки ферментов.
20. Методы проверки чистоты фермента.
21. Методы определения активности ферментов.
22. Методы изучения функциональных групп фермента.
23. Методы изучения механизма ферментативной реакции.
24. Структура активного центра и механизм действия АХЭ.
25. Структура и механизм действия Na,K-АТФазы.
26. Механизм действия Ca^{2+} -АТФазы.
27. Структура и механизм действия АТФ-синтетазы.
28. Способы выражения ферментативной активности, увеличения скоростей реакций, катализируемых ферментами.

Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности

Основным инструментом оценки результатов освоения дисциплины (текущей и промежуточной аттестаций) является балльно-рейтинговая система. Успешность изучения дисциплины и активность студента оценивается суммой набранных баллов, которые в совокупности определяют рейтинг студента.

Балльно-рейтинговая система предусматривает наличие промежуточного текущего контроля успеваемости. Составной частью текущего контроля является контроль посещаемости учебных занятий.

Максимальное количество баллов, которое студент может получить за семестр – 100 баллов (90 баллов на текущие формы контроля и до 10 баллов отводится на бонусы), которые накапливаются студентом в течение всего семестра. После окончания семестра студент, набравший менее 60 баллов, считается неуспевающим.

Для стимулирования планомерности работы студента в семестре в раскладку баллов вводится система начисления бонусов и штрафов.

Независимо от набранной в семестре текущей суммы баллов обязательным условием для получения зачета является выполнение студентом необходимых по рабочей программе для дисциплины видов заданий: написание тестов, контрольных работ, реферата, сдача коллоквиума.

При обнаружении преподавателем факта списывания или плагиата в выполнении задания данное задание оценивается в 0 баллов.

Если к моменту проведения промежуточной аттестации (зачета) с учетом набранных дополнительных (премиальных) баллов студент получает количество баллов, достаточное для получения оценки «удовлетворительно», «хорошо», «отлично», они могут быть поставлены ему по результатам текущей успеваемости без проведения зачета.

1. Методические рекомендации по подготовке к семинарским занятиям

Целью семинарского занятия является углубление и закрепление теоретических знаний, полученных обучающимися на лекциях и в процессе самостоятельного изучения учебного материала, а, следовательно, формирование у них определенных умений и навыков.

В ходе подготовки к семинарскому занятию необходимо прочитать конспект лекции, изучить основную литературу, ознакомиться с дополнительной литературой, выполнить выданные преподавателем задания. При этом учесть рекомендации преподавателя и требования программы. Дорабатывать свой конспект лекции, делая в нем соответствующие записи из литературы. Желательно при подготовке к семинарским занятиям по дисциплине одновременно использовать несколько источников, раскрывающих заданные вопросы.

2. Методические указания по подготовке к контрольным работам

Контрольная работа выполняется в виде небольшой письменной работы, представляющей знания и индивидуальную позицию студента по заданной теме. Содержание ответа должно быть последовательным и аргументированным. Структура ответа, как правило, должна включать в себя следующие смысловые элементы: а) введение или вступление, в котором анализируется значение и место раскрываемого вопроса в учебной дисциплине, а также могут быть определены особенности методики изложения и структуры работы; б) основная часть, посвященная изложению известных студенту сведений по заданному вопросу; в) заключение, в котором подводятся итоги изложенного материала, высказывается индивидуальная позиция студента по заданному вопросу. Вверху первой страницы ответа до начала основного текста размещается информация, содержащая название дисциплины, Ф.И.О. студента, группа, вариант.

3. Методические рекомендации для подготовки к экзамену.

Экзамен является формой итогового контроля знаний и умений студентов по дисциплине, полученных на лекциях, семинарских занятиях и в процессе самостоятельной работы. В период подготовки к зачёту студенты вновь обращаются к учебно-методическому материалу и закрепляют промежуточные знания. При подготовке к экзамену студентам необходимо использовать материалы лекций, основную и дополнительную литературу. На экзамен выносятся материалы в объеме, предусмотренном рабочей программой учебной дисциплины за семестр. Экзамен проводится в устной и/или письменной форме. Для сдачи экзамен студенту необходимо иметь при себе зачётную книжку, письменные принадлежности и рабочие тетради по дисциплине. Экзамен принимает преподаватель, читавший учебную дисциплину в данном учебном потоке (группе). За нарушение дисциплины и списывание студенты могут быть удалены с экзамену.

Таблица 9 – Примеры оценочных средств с ключами правильных ответов

№ п/п	Тип задания	Формулировка задания	Правильный ответ	Время выполнения (в минутах)
<p>ПК-2 - способен осуществлять анализ, систематизацию и обобщение результатов фундаментальных, прикладных и поисковых научных исследований, и разработок. ПК-3 - способен применять методические основы проектирования при ведении научной и производственной деятельности в области медицины и биологии</p>				
1.	Задание закрытого типа	<p>Выберите определение понятия иммобилизации фермента:</p> <p>а. связывание субстрата с ферментом при сохранении его каталитической активности</p> <p>б. проявление каталитических свойств фермента и его устойчивости</p> <p>в. проявление устойчивости фермента при сохранении его каталитической активности</p> <p>г. связывание фермента с нерастворимым носителем при сохранении частичной или полной каталитической активности фермента.</p> <p>связывание фермента с коферментом</p>	Г	1
2.		<p>Скорость ферментативной реакции не зависит от:</p> <p>а давления</p> <p>б температуры в кислотности среды (рН)</p> <p>г контакта с субстратом</p> <p>д от побочных реакций.</p>	А	1
3.		<p>Выберите метод стерилизации питательных сред:</p> <p>а. нагреванием</p> <p>б. добавлением антибиотиков</p> <p>в. фильтрованием</p> <p>г. УФ облучением</p> <p>д. острым паром 130 град С.</p>	А	1
4.		<p>Если исходным материалом для получения препаратов ферментов служит фильтрат культуральной жидкости, то для выделения фермента на заключительных этапах очистки используют:</p> <p>а. центрифугирование</p> <p>б. осаждение солями металлов</p> <p>в. Фильтрацию</p> <p>г. афинную хроматографию</p> <p>д. газожидкостную хроматографию</p>	Г	1

5.		<p>Выберите метод стерилизации ферментера и коммуникаций при подготовке к ферментации:</p> <p>а. нагреванием б. добавлением антибиотиков в. Фильтрованием г. УФ облучением д. острым паром, 130 град.С.</p>		1
6.	Задание открытого типа	В чем заключается механизм действия рибонуклеаз ?	<p>В первой стадии субстрат связывается в активном центре фермента. Затем гистидин-12 действует как основание, акцептирующее протон от 2'-ОН группы рибозы, а гистидин-119 работает как кислота, отдающая протон атому кислорода фосфата, образуется сначала промежуточный комплекс, а затем циклический фосфат.</p>	5
7.		Дайте характеристику флавиновых ферментов	<p>Флавиновые ферменты — это сложные белки, простетической группой которых, как уже отмечалось, являются либо флавинмоноклеотид (ФМН), либо флавинадениндинуклеотид (ФАД). ФМН и ФАД прочно, в отличие от коферментов НАД* и НАДФ⁺, присоединены к апоферменту, выступая, таким образом, в качестве простетических групп, а не свободно диссоциирующих коферментов. Обе группы представляют собой метаболически активную форму рибофлавина (витамин В₂).</p>	5-6

8.		В чем роль металлов в каталитическом действии ферментов?	Ионы металла - стабилизаторы активного центра фермента. В некоторых случаях ионы металла служат "мостиком" между ферментом и субстратом. Они выполняют функцию стабилизаторов активного центра, облегчая присоединение к нему субстрата и протекание химической реакции. В ряде случаев ион металла может способствовать присоединению кофермента. Перечисленные выше функции выполняют такие металлы, как Mg ²⁺ , Mn ²⁺ , Zn ²⁺ , Co ²⁺ , Mo ²⁺ .	6-7
9.		Какой существует механизм действия лизоцима?	Антибактериальное действие лизоцима осуществляется по двум механизмам: ферментативному (гидролиз) и катионному, если у бактерии формируется резистентность (клеточная мембрана видоизменяется), гидролиз становится невозможным и тогда срабатывает второй механизм (молекулы белка встраиваются в клеточную стенку бактерий и образуют в ней поры, лишая	3

			микроорганизмы естественной защиты).	
10.		Назовите единицы активности ферментов.	Единицы измерения активности ферментов Для выражения концентрации фермента используют стандартную международную единицу и катал. Стандартная международная единица (Е или U) – количество фермента, которое в оптимальных условиях катализирует превращение 1 мк моль субстрата в минуту (мк моль/мин). Катал количество фермента, которое в оптимальных условиях катализирует превращение 1 моль субстрата в секунду (моль/с).	4-5

7.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине (модулю)

Курс «Энзимология» состоит из материала теоретического и прикладного характера, который излагается на лекциях, практически осуществляется при проведении практических работ и семинарских занятий, а также частично выносится на самостоятельное изучение дома и в научно-информационных центрах. Теоретические знания, полученные из лекционного курса, закрепляются на практических и семинарских занятиях. Промежуточные срезы знаний проводятся после изучения основных разделов дисциплины в форме контрольных работ, на семинарах, коллоквиумах. Дисциплина заканчивается экзаменом.

Для экзамена студент должен набрать по итогам изучения дисциплины 100 баллов. Половину этих баллов 50 % студент набирает в виде рейтинга в течение семестра, 50 % - зарабатывает на экзамене. Для семестрового рейтинга необходимо иметь положительные

оценки по промежуточным аттестациям, активно посещать и работать на семинарских занятиях, выполнять лабораторные работы. Процентный вклад в итоговый результат этих трех составляющих:

- посещаемость – 10 %;
- успеваемость по итогам промежуточных аттестаций – 20 %;
- практические работы – 20 %.

В течение всего обучения студенты выполняют индивидуальные задания, разрабатываемыми преподавателями по всем изучаемым темам курса, могут выполнять рефераты, доклады, сообщения.

Основными целями введения балльно-рейтинговой аттестации являются:

1. Стимулирование повседневной систематической работы студентов;
2. Снижение роли случайностей при сдаче экзаменов и/или зачетов;
3. Повышение ответственности в учебе;
4. Исключение возможности протектирования не очень прилежных студентов;
5. Создание объективных критериев при определении кандидатов на продолжение обучения (магистратура, аспирантура и т.п.);
6. Повышение мотивации студентов к освоению профессиональных образовательных программ на базе более высокой дифференциации оценки результатов их учебной работы;

Таблица 10 – Технологическая карта рейтинговых баллов по дисциплине (модулю)

Основной блок				
1.	Ответ на семинарском занятии	5/2	10	По расписанию
2.	Выполнение практических заданий	5/2	10	По расписанию
3.	Участие в дискуссиях	5/2	10	По расписанию
4.	Доклад (реферат)	2/5	10	По расписанию
Всего			40	-
Блок бонусов				
5.	Посещение занятий		5	По расписанию
6.	Своевременное выполнение всех заданий		5	По расписанию
Всего			10	-
Дополнительный блок				
7.	Экзамен			В конце семестра
Всего			50	-
ИТОГО			100	-

Таблица 11 – Система штрафов (для одного занятия)

Показатель	Балл
Нарушение учебной дисциплины	-1
Пропуск занятия без уважительной причины	-1

Таблица 12 – Шкала перевода рейтинговых баллов в итоговую оценку за семестр по дисциплине (модулю)

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
--------------	----------------------------

Сумма баллов	Оценка по 4-балльной шкале
90–100	5 (отлично)
85–89	4 (хорошо)
75–84	
70–74	
65–69	3 (удовлетворительно)
60–64	
Ниже 60	2 (неудовлетворительно)

При реализации дисциплины (модуля) в зависимости от уровня подготовленности обучающихся могут быть использованы иные формы, методы контроля и оценочные средства, исходя из конкретной ситуации.

8. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

а) 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. 24
2. Биссвангер Х. Практическая энзимология: учебное издание. – БИНОМ. Лаборатория знаний. – 2012.
3. Таганович А. Д. Биологическая химия [Электронный ресурс] : учебник / А. Д. Таганович [и др.].— Минск :Вышэйшая школа, 2013 .— 672 с.

б) 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:>.
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:>.

в) Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет», необходимый для освоения дисциплины (модуля)

1. Электронно-библиотечная система (ЭБС) ООО «Политехресурс» «Консультант студента». Многопрофильный образовательный ресурс «Консультант студента» является электронной библиотечной системой, предоставляющей доступ через сеть Интернет к учебной литературе и дополнительным материалам, приобретенным на основании прямых договоров с правообладателями. Каталог содержит более 15 000 наименований изданий. www.studentlibrary.ru. Регистрация с компьютеров АГУ
2. Электронная библиотечная система издательства ЮРАЙТ, раздел «Легендарные книги». www.biblio-online.ru, <https://urait.ru/>
3. Электронная библиотечная система IPRbooks. www.iprbookshop.ru

9. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ ЭНЗИМОЛОГИЯ

Материально-техническое обеспечение учебной дисциплины включает в себя лекционную аудиторию, лабораторию для проведения практических занятий. Наборы учебных таблиц по темам. Компьютерная техника, презентационное оборудование. Лабораторное оборудование, биохимическое оборудование, спектрофотометры, встряхиватели, центрифуги, вытяжной шкаф, электронные весы, оборудование для электрофореза, дозаторы, реактивы различного класса опасности, оборудование для выполнения процедуры иммуноферментного анализа и ПЦР.

10. ОСОБЕННОСТИ РЕАЛИЗАЦИИ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ) ПРИ ОБУЧЕНИИ ИНВАЛИДОВ И ЛИЦ С ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Рабочая программа дисциплины (модуля) при необходимости может быть адаптирована для обучения (в том числе с применением дистанционных образовательных технологий) лиц с ограниченными возможностями здоровья, инвалидов. Для этого требуется заявление обучающихся, являющихся лицами с ограниченными возможностями здоровья, инвалидами, или их законных представителей и рекомендации психолого-медико-педагогической комиссии. При обучении лиц с ограниченными возможностями здоровья учитываются их индивидуальные психофизические особенности. Обучение инвалидов осуществляется также в соответствии с индивидуальной программой реабилитации инвалида (при наличии).