


МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
высшего образования
«Кубанский государственный университет»
Факультет биологический

УТВЕРЖДАЮ:
Проректор по учебной работе,
качеству образования – первый
проректор _____ Хагуров Т.А.
«28» мая 2021 г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)
Б1.В.07 ЭНЗИМОЛОГИЯ**

Направление подготовки/специальность 06.04.01 Биология

Направленность (профиль) / специализация Биохимия и молекулярная биология

Форма обучения Очная

Квалификация Магистр

Краснодар 2021

Рабочая программа дисциплины Б1.В.07 ЭНЗИМОЛОГИЯ
составлена в соответствии с федеральным государственным образовательным
стандартом высшего образования (ФГОС ВО) по направлению подготовки /
специальности 06.04.01 Биология
код и наименование направления подготовки

Программу составил(и):

Н.Н. Улитина, доцент, канд. биол. наук

И.О. Фамилия, должность, ученая степень, ученое звание



подпись

Рабочая программа дисциплины Б1.В.07 Энзимология утверждена на заседа-
нии кафедры генетики, микробиологии и биохимии
протокол № 10 «25» мая 2021 г.

Заведующий кафедрой (разработчика) Худокормов А.А.

фамилия, инициалы

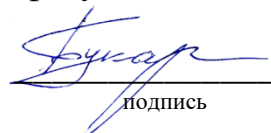


подпись

Утверждена на заседании учебно-методической комиссии факультета
протокол № 9 «28» мая 2021 г.

Председатель УМК факультета Букарева О.В.

фамилия, инициалы



подпись

Рецензенты:

Криворотов С.Б., профессор кафедры биологии и экологии растений КубГУ,
доктор биологических наук, профессор

Волкова С.А., доцент кафедры биотехнологии, биохимии и биофизики
ФГБОУ ВО «Кубанский государственный университет имени И.Т.Труби-
лина», кандидат биологических наук, доцент

1 Цели и задачи изучения дисциплины (модуля).

1.1 Цель освоения дисциплины.

Сформировать у студентов знания об основных этапах развития энзимологии, принципах и особенностях механизма действия ферментов, методах исследования ферментов, в том числе об использовании методов молекулярного моделирования и биоинформатики в энзимологии, очертить круг фундаментальных и прикладных задач, которые можно решать при помощи полученных знаний.

1.2 Задачи дисциплины.

1. Научить студентов исследовать принципы и особенности механизма действия ферментов.
2. Научить критически осмысливать и анализировать литературные данные.
3. Показать возможности и ограничения конкретных методов исследования.
4. Привить навыки использования методов исследования ферментов, в том числе методов биоинформатики и молекулярного моделирования, для решения научных и научно-прикладных задач.
5. Рассмотреть использование ферментов как эффективных биокатализаторов в медицине, промышленности, сельском хозяйстве.
6. Научить пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми в ферментативных исследованиях.

1.3 Место дисциплины (модуля) в структуре образовательной программы.

Дисциплина «Энзимология» относится к части, формируемой участниками образовательных отношений Блока 1 "Дисциплины (модули)" учебного плана.

Для успешного освоения «Энзимологии» студенты должны обладать знаниями, полученными при изучении следующих дисциплин: Молекулярная биология, Клиническая лабораторная диагностика, Современные проблемы биологии, Методы практической биохимии, Гомеостаз, Биохимические и физиологические основы здорового образа жизни иметь навыки работы в биохимической лаборатории (знать правила техники безопасности, уметь готовить растворы реактивов), а также уметь работать на персональном компьютере и пользоваться расчетными программами. Знания, полученные при изучении «Энзимологии» необходимы для успешного написания и защиты ВКР.

1.4 Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине (модулю), соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы.

Изучение данной учебной дисциплины направлено на формирование у обучающихся следующих компетенций:

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
ПК-4 Способен применять на производстве современные методы обработки, анализа и синтеза полевой, производственной и лабораторной биологической информации, планировать и проводить мероприятия по лабораторным исследованиям, охране природы и восстановлению биоресурсов	
ИПК 4.1. Знает правовые основы охраны природы и природопользования	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся: Знает: основные понятия о химическом и ферментативном катализе; о специфичности ферментов; о ингибиторах и регуляции ферментативной активности
	Умеет: разрабатывать новые методические подходы определения ферментативной активности

Код и наименование индикатора*	Результаты обучения по дисциплине
	Владеет: фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями о классификации и номенклатуре ферментов, строении ферментов
ИПК 4.2. Организует научные исследования и природоохранные мероприятия с участием привлеченных коллективов исполнителей	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся: Знает: современные представления о закономерностях действия ферментов
	Умеет: интерпретировать экспериментальные результаты для выяснения молекулярных механизмов биохимических процессов в норме и патологии
	Владеет: компьютерной техникой применительно к биохимическим экспериментам
ИПК 4.3. Владеет методами проведения мероприятий по обработке полевой, производственной и лабораторной биологической информации, оценке состояния и восстановлению природной среды.	В результате изучения учебной дисциплины обучающийся: Знает: механизмы ферментативных реакций – равновесные и кинетические стадии
	Умеет: определять скорость реакции нулевого, первого и второго порядков; константу Михаэлиса-Ментен
	Владеет: методами определения зависимости скорости реакции от концентрации компонентов в реакционной смеси

Результаты обучения по дисциплине достигаются в рамках осуществления всех видов контактной и самостоятельной работы обучающихся в соответствии с утвержденным учебным планом.

Индикаторы достижения компетенций считаются сформированными при достижении соответствующих им результатов обучения.

2. Структура и содержание дисциплины

2.1 Распределение трудоёмкости дисциплины по видам работ

Общая трудоёмкость дисциплины составляет 2 зачетных единиц (72 часов), их распределение по видам работ представлено в таблице

Виды работ	Всего часов	Форма обучения		
		очная	очно-заочная	заочная
		3 семестр (часы)	X семестр (часы)	X курс (часы)
Контактная работа, в том числе:	28,2	28,2	–	–
Аудиторные занятия (всего):	28	28	–	–
занятия лекционного типа	14	14	–	–
лабораторные занятия	14	14	–	–
практические занятия	–	–	–	–
семинарские занятия	–	–	–	–
Иная контактная работа:	0,2	0,2	–	–
Контроль самостоятельной работы (КСР)	–	–	–	–
Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	0,2	–	–
Самостоятельная работа, в том числе:	43,8	43,8	–	–

Реферат (подготовка) (Р)	15	15	–	–
Самостоятельное изучение разделов, самоподготовка (проработка и повторение лекционного материала и материала учебников и учебных пособий, подготовка к лабораторным и практическим занятиям, коллоквиумам и т.д.)	10	10	–	–
Подготовка к текущему контролю	18,8	18,8	–	–
Контроль:	–	–	–	–
Подготовка к экзамену	–	–	–	–
Общая трудоемкость	час.	72	72	–
	в том числе контактная работа	28,2	28,2	–
	зач. ед	2	2	–

2.2 Содержание дисциплины

Распределение видов учебной работы и их трудоемкости по разделам дисциплины. Разделы (темы) дисциплины, изучаемые в 3 семестре (очная форма обучения)

№	Наименование разделов (тем)	Количество часов				
		Всего	Аудиторная работа			Внеаудиторная работа
			Л	ПЗ	ЛР	СРС
1.	Предмет энзимологии, основные понятия, история развития	7	2	2	–	3
2.	Общие свойства ферментов	7	2	2	–	3
3.	Механизм действия ферментов.	7	2	2	–	3
4.	Влияние температуры и рН среды на активность ферментов	8	2	2	–	4
5.	Регуляция активности ферментов	8	2	2	–	4
6.	Кинетика ферментативного катализа.	8	2	2	–	4
7.	Ферменты как мишени для лечения заболеваний	8	2	2	–	4
	<i>ИТОГО по разделам дисциплины</i>	53	14	14	–	25
	Контроль самостоятельной работы (КСР)	–	–	–	–	–
	Промежуточная аттестация (ИКР)	0,2	–	0,2	–	–
	Подготовка к текущему контролю	18,8	–	–	–	18,8
	Общая трудоемкость по дисциплине	72	14	14,2	–	43,8

Примечание: Л – лекции, ПЗ – практические занятия / семинары, ЛР – лабораторные занятия, СРС – самостоятельная работа студента

2.3 Содержание разделов (тем) дисциплины

2.3.1 Занятия лекционного типа

№	Наименование раздела (темы)	Содержание раздела (темы)	Форма текущего контроля
1.	Предмет энзимологии, основные понятия, история развития	Предмет и задачи энзимологии, основные этапы развития. Методические особенности исследования ферментативных реакций. Систематизация знаний о ферментах, методы классификации, примеры. Псевдоферменты. Малоизученные (орфанные) ферменты. Основные стадии ката-	ПК Р

		<p>лиза ферментами, структурная организация ферментов. Активный центр ферментов, связывание субстратов и кофакторов, траектории доставки, роль ворот и туннелей. Продуктивное, предпродуктивное и непродуктивное связывание. Анализ конкретных примеров. Теоретические концепции специфичности «ключ-замок», «ключ-замок-замочная скважина». Конформационная подвижность ферментов, роль динамики молекулы белка в ферментативном катализе, в специфичности действия ферментов. Теория индуцированного соответствия. Теория напряжения. Характеристические времена конформационной подвижности элементов структуры ферментов, взаимосвязь со скоростью-лимитирующими стадиями ферментативного катализа. Примеры. Теория конформационной селекции, взаимосвязь с представлением об индуцированном соответствии</p>	
2.	Общие свойства ферментов	<p>Строение и общие свойства 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. Мультимолекулярные ферментные комплексы. Изоферменты и их биологическое значение. Синтез ферментов и его регуляция. Индукция и репрессия синтеза. Посттрансляционная модификация ферментов Роль ограниченного протеолиза в активации ферментов. Получение ферментов в очищенном виде. Методы фракционирования и выделения ферментов. Методы исследования структуры ферментов и строения активного центра. Молекулярные аспекты специфичности ферментов. Теории сродства фермента и субстрата. Природа физико-химических взаимодействий молекул субстрата с активными центрами ферментов. Строение и функции биологических мембран, их роль в компартиментализации разнонаправленных биохимических процессов в тканях. Локализация ферментов в клетках и тканях живых организмов. История открытия и изучения ферментов. Роль ферментов в живых системах и в пищевом сырье. Условия функционирования ферментов в клеточных и бесклеточных биологических системах</p>	ПК Р

3.	Механизм действия ферментов.	<p>Взаимосвязь химического и ферментативного катализа. Биомиметический катализ. Понятие о конформационном состоянии комплекса фермента с субстратом, предшествующем каталитическому превращению, значение и роль соответствующих критериев. Развитие представлений о причинах ускорения реакций под действием ферментов, особенности биокатализа, интерпретация в рамках теории активированного комплекса. Трансмиссионный коэффициент, туннельный эффект в ферментативных реакциях. Преорганизация активного центра как основной фактор ускорения в ферментативном катализе, стабилизация переходных состояний.</p> <p>Дискуссия о роли динамики белка и преорганизации активного центра в ферментативном катализе. Роль молекул воды в механизме действия ферментов. Примеры полного каталитического цикла.</p>	ПК Р
4.	Влияние температуры и рН среды на активность ферментов	<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. Температурный оптимум ферментативной реакции. Термостабильные и термолабильные ферменты. Активность ферментов при низких температурах. Влияние кристаллизации воды на активность ферментов. Активность ферментов в замороженных средах. 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> <p>Энзимэлектрофорез.</p>	ПК Р
5.	Регуляция активности ферментов	<p>Активность нативных ферментов. Роль третичной и четвертичной структур молекулы фермента. Специфические факторы, повышающие активность ферментов. Регуляция количества молекул фермента в клетке. Регуляция скорости ферментативной реакции доступностью молекул субстрата и коферментов. Регуляция каталитической активности ферментов. Основные способы регуляции активности ферментов: аллостерическая регуляция; регуляция с помощью белок-белковых взаимодействий; регуляция путём фосфорилирования/дефосфорилирования молекулы фермента; регуляция частичным (ограниченным) протеолизом</p>	ПК Р

6.	Кинетика ферментативного катализа.	Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа. Эффективность действия ферментов. Образование фермент- субстратных комплексов. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата. Теория Михаэлиса – Ментен. Кинетика ферментативных реакций. Константы скоростей образования и распада фермент-субстратных комплексов (малые константы). Интегральные константы ферментативной реакции: максимальная скорость реакции, константа сродства и константа Михаэлиса. Уравнения ферментативной реакции Михаэлиса – Ментен и Холдейна – Бриггса. Численное значение константы Михаэлиса и ее практическое значение. Определение константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции по методу Лайнуивера – Берка	ПК Р
7.	Ферменты как мишени для лечения заболеваний	Ингибирование ферментативной активности - путь лечения патогенных состояний. Направленный дизайн биологически активных соединений, селективное ингибирование ключевых ферментов патогенных микроорганизмов. Обратимые и необратимые ингибиторы. Избирательность подавления активности с учетом особенностей механизма катализа. Скрытые участки связывания ингибиторов. Ингибиторы – миметики переходного состояния.	ПК Р

2.3.2 Занятия семинарского типа (лабораторные работы)

№	Наименование раздела (темы)	Тематика занятий/работ	Форма текущего контроля
1.	Предмет энзимологии, основные понятия, история развития	Работа. Определение специфичности амилазы.	ЗР ПО
2.	Общие свойства ферментов	Работа. Влияние концентрации субстрата на скорость ферментативной реакции.	ЗР ПО
3.	Механизм действия ферментов.	Работа. Определение оптимума рН-активности пепсина	ЗР ПО
4.	Влияние температуры и рН среды на активность ферментов	Работа. Определение скорости ферментативной реакции при разных температурах.	ЗР ПО
5.	Регуляция активности ферментов	Работа. Количественное определение сульфгидрильных групп	ЗР ПО
6.	Кинетика ферментативного катализа.	Работа. Определение действия пепстатина на пепсин.	ЗР ПО

7.	Ферменты как ми-шени для лечения заболеваний	Работа. Ингибирование сукцинатдегидрогеназы мышечной ткани малонатом.	ЗР ПО
----	--	---	----------

Контрольная работа (КР), защита работы (ЗР), написание реферата (Р), письменный опрос (ПО), проверка конспекта (ПК) и т.д.

2.3.3 Примерная тематика курсовых работ (проектов)

Курсовые работы - не предусмотрены.

2.4 Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы обучающихся по дисциплине (модулю)

№	Вид СРС	Перечень учебно-методического обеспечения дисциплины по выполнению самостоятельной работы
1	Написание рефератов	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 18.02.2021 г
2	Самоподготовка	Методические рекомендации по организации самостоятельной работы студентов кафедры генетики, микробиологии и биохимии, утвержденные кафедрой протокол № 07 от 18.02.2021 г

Учебно-методические материалы для самостоятельной работы обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

- в печатной форме увеличенным шрифтом,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла,
- в печатной форме на языке Брайля.

Для лиц с нарушениями слуха:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

- в печатной форме,
- в форме электронного документа,
- в форме аудиофайла.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

3. Образовательные технологии.

Лекция-визуализация, дискуссия, лабораторные работы использование мультимедийного оборудования для демонстрации учебного материала в виде схем, таблиц, рисунков и учебных фильмов.

Для лиц с ограниченными возможностями здоровья предусмотрена организация консультаций с использованием электронной почты. Для лиц с нарушениями зрения и опорно-двигательного аппарата работа в паре со студентом, не имеющим физических ограничений.

4. Оценочные средства для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации.

Оценочные средства предназначены для контроля и оценки образовательных достижений обучающихся, освоивших программу учебной дисциплины «Энзимология».

Оценочные средства включают контрольные материалы для проведения текущего контроля в форме вопросов для подготовки к практическим занятиям и промежуточной аттестации в форме вопросов к зачету.

Структура оценочных средств для текущей и промежуточной аттестации

№ п/п	Код и наименование индикатора	Результаты обучения	Наименование оценочного средства	
			Текущий контроль	Промежуточная аттестация
1	ИПК 4.1. Знает правовые основы охраны природы и природопользования	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:</p> <p>Знает: основные понятия о химическом и ферментативном катализе; о специфичности ферментов; о ингибиторах и регуляции ферментативной активности</p> <p>Умеет: разрабатывать новые методические подходы определения ферментативной активности</p> <p>Владеет: фундаментальными понятиями и теоретическими знаниями о классификации и номенклатуре ферментов, строении ферментов</p>	<p>Вопросы для письменного опроса по теме: Предмет энзимологии, основные понятия, история развития, Общие свойства ферментов, Механизм действия ферментов, Влияние температуры и pH среды на активность ферментов, Регуляция активности ферментов</p> <p>Кинетика ферментативного катализа, Ферменты как мишени для лечения заболеваний.</p> <p>Реферат</p> <p>Лабораторная работа по теме: Предмет энзимологии, основные понятия, история развития, Общие свойства ферментов, Механизм действия ферментов, Влияние температуры и pH среды на активность ферментов, Регуляция активности ферментов</p> <p>Кинетика ферментативного катализа, Ферменты как мишени для лечения заболеваний.</p>	<p>Вопрос на зачете 1-74</p>
2	ИПК 4.2. Организует научные исследования и природоохранные мероприятия с участием привлеченных коллективов исполнителей	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся:</p> <p>Знает: современные представления о закономерностях действия ферментов</p> <p>Умеет: интерпретировать экспериментальные результаты для выяснения молекуляр-</p>	<p>Вопросы для письменного опроса по теме: Предмет энзимологии, основные понятия, история развития, Общие свойства ферментов, Механизм действия ферментов, Влияние температуры и pH среды на активность ферментов, Регуляция активности ферментов</p>	<p>Вопрос на зачете 1-74</p>

		<p>ных механизмов биохимических процессов в норме и патологии Владеет: компьютерной техникой применительно к биохимическим экспериментам</p>	<p>Кинетика ферментативного катализа, Ферменты как мишени для лечения заболеваний. Реферат Лабораторная работа по теме: Предмет энзимологии, основные понятия, история развития, Общие свойства ферментов, Механизм действия ферментов, Влияние температуры и pH среды на активность ферментов, Регуляция активности ферментов Кинетика ферментативного катализа, Ферменты как мишени для лечения заболеваний.</p>	
3	<p>ИПК 4.3. Владеет методами проведения мероприятий по обработке полевой, производственной и лабораторной биологической информации, оценке состояния и восстановлению природной среды.</p>	<p>В результате изучения учебной дисциплины обучающийся: Знает: механизмы ферментативных реакций – равновесные и кинетические стадии Умеет: определять скорость реакции нулевого, первого и второго порядков; константу Михаэлиса-Ментен Владеет: методами определения зависимости скорости реакции от концентрации компонентов в реакционной смеси</p>	<p>Вопросы для письменного опроса по теме: Предмет энзимологии, основные понятия, история развития, Общие свойства ферментов, Механизм действия ферментов, Влияние температуры и pH среды на активность ферментов, Регуляция активности ферментов Кинетика ферментативного катализа, Ферменты как мишени для лечения заболеваний. Реферат Лабораторная работа по теме: Предмет энзимологии, основные понятия, история развития, Общие свойства ферментов, Механизм действия ферментов, Влияние температуры и pH среды на активность ферментов, Регуляция активности ферментов Кинетика ферментативного катализа, Ферменты как мишени для лечения заболеваний.</p>	<p>Вопрос на зачете 1-74</p>

Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций в процессе освоения образовательной программы.

Для подготовки к текущему контролю знаний студенты самостоятельно проверяют свой уровень знаний по соответствующему разделу дисциплины в рамках самоконтроля по предложенным вопросам к темам.

Перечень вопросов для письменного контроля знаний студентов на лабораторных занятиях по изучаемым темам:

Тема 1. Предмет энзимологии, основные понятия, история развития

1. Предмет и задачи энзимологии, основные этапы развития.
2. Методические особенности исследования ферментативных реакций.
3. Систематизация знаний о ферментах, методы классификации, примеры.
4. Псевдоферменты. Малоизученные (орфанные) ферменты.
5. Основные стадии катализа ферментами, структурная организация ферментов.
6. Активный центр ферментов, связывание субстратов и кофакторов, траектории доставки, роль ворот и туннелей.
7. Продуктивное, предпродуктивное и непродуктивное связывание. Анализ конкретных примеров.
8. Теоретические концепции специфичности «ключ-замок», «ключ-замок-замочная скважина».
9. Конформационная подвижность ферментов, роль динамики молекулы белка в ферментативном катализе, в специфичности действия ферментов.
10. Теория индуцированного соответствия.
11. Теория напряжения.
12. Теория конформационной селекции, взаимосвязь с представлением об индуцированном соответствии

Тема 2. Общие свойства ферментов

1. Строение и общие свойства ферментов. Химическая природа ферментов.
2. Молекулярная структура ферментов.
3. Активный и аллостерический центры. Контактный и каталитический участки активного центра.
4. Функциональные отличия ферментов от низкомолекулярных катализаторов.
5. Проферменты. Апоферменты и простетические группы сложных ферментов.
6. Коферменты, кофакторы и их роль в каталитическом процессе.
7. Мультимолекулярные ферментные комплексы.
8. Изоферменты и их биологическое значение.
9. Синтез ферментов и его регуляция. Индукция и репрессия синтеза. Посттрансляционная модификация ферментов
10. Роль ограниченного протеолиза в активации ферментов.
11. Получение ферментов в очищенном виде. Методы фракционирования и выделения ферментов.
12. Методы исследования структуры ферментов и строения активного центра.
13. Молекулярные аспекты специфичности ферментов.
14. Теории сродства фермента и субстрата.
15. Природа физико-химических взаимодействий молекул субстрата с активными центрами ферментов.
16. Строение и функции биологических мембран, их роль в компартиментализации разнонаправленных биохимических процессов в тканях.
17. Локализация ферментов в клетках и тканях живых организмов.

18. Условия функционирования ферментов в клеточных и бесклеточных биологических системах

Тема 3. Механизм действия ферментов.

1. Взаимосвязь химического и ферментативного катализа. Биомиметический катализ.
2. Понятие о конформационном состоянии комплекса фермента с субстратом, предшествующем каталитическому превращению, значение и роль соответствующих критериев.
3. Развитие представлений о причинах ускорения реакций под действием ферментов, особенности биокатализа, интерпретация в рамках теории активированного комплекса.
4. Трансмиссионный коэффициент, туннельный эффект в ферментативных реакциях.
5. Преорганизация активного центра как основной фактор ускорения в ферментативном катализе, стабилизация переходных состояний.
6. Дискуссия о роли динамики белка и преорганизации активного центра в ферментативном катализе.
7. Роль молекул воды в механизме действия ферментов.
8. Примеры полного каталитического цикла.

Тема 4. Влияние температуры и pH среды на активность ферментов

1. Энергия химической реакции. Уравнение Аррениуса.
2. Энергетический барьер реакции и энергия активации неферментативных и ферментативных реакций.
3. График зависимости активности фермента от температуры раствора. Анализ кривой.
4. Температурный оптимум ферментативной реакции.
5. Термостабильные и термолабильные ферменты.
6. Активность ферментов при низких температурах.
7. Влияние кристаллизации воды на активность ферментов.
8. Активность ферментов в замороженных средах.
9. Зависимость скорости реакции от значения pH раствора.
10. Влияние pH на заряд ионогенных групп в молекулах белка.
11. Изменения структуры фермента и реакционной способности активного центра при разных значениях pH.
12. Оптимальное значение pH для ферментов и его биологическое значение.

Тема 5. Регуляция активности ферментов

1. Активность нативных ферментов. Роль третичной и четвертичной структур молекулы фермента.
2. Специфические факторы, повышающие активность ферментов.
3. Регуляция количества молекул фермента в клетке.
4. Регуляция скорости ферментативной реакции доступностью молекул субстрата и коферментов.
5. Регуляция каталитической активности ферментов.
6. Аллостерическая регуляция;
7. Регуляция с помощью белок-белковых взаимодействий;
8. Регуляция путём фосфорилирования/дефосфорилирования молекулы фермента;
9. Регуляция частичным (ограниченным) протеолизом

Тема 6. Кинетика ферментативного катализа

1. Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа. Эффективность действия ферментов.
2. Образование фермент- субстратных комплексов.
3. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата.
4. Теория Михаэлиса – Ментен. Кинетика ферментативных реакций.

5. Константы скоростей образования и распада фермент-субстратных комплексов (малые константы).
6. Интегральные константы ферментативной реакции: максимальная скорость реакции, константа сродства и константа Михаэлиса.
7. Уравнения ферментативной реакции Михаэлиса – Ментен и Холдейна – Бриггса.
8. Численное значение константы Михаэлиса и ее практическое значение.
9. Определение константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции по методу Лайнуивера – Берка

Тема 7. Ферменты как мишени для лечения заболеваний

1. Ингибирование ферментативной активности - путь лечения патогенных состояний.
2. Направленный дизайн биологически активных соединений, селективное ингибирование ключевых ферментов патогенных микроорганизмов.
3. Обратимые и необратимые ингибиторы.
4. Избирательность подавления активности с учетом особенностей механизма катализа.
5. Скрытые участки связывания ингибиторов.
6. Ингибиторы – миметики переходного состояния.

Темы рефератов:

1. История исследования ферментов
2. Влияние температуры и pH на скорость реакции
3. Ингибиторы ферментов и их кинетическая классификация
4. Стереоспецифичность ферментов
5. Тканевое, региональное, клеточное и субклеточное распределение ферментов.
6. Иммобилизация ферментов (адсорбция, включение в пористую матрицу, капсулирование, образование перекрестных сшивок, ковалентное связывание на твердом носителе).
7. Стабилизация ферментов при иммобилизации.
8. Регулирование активности иммобилизованных фазовым переходом носителя.
9. Внешнедиффузные и внутридиффузные эффекты реакций с иммобилизованными ферментами.
10. Использование ферментов в пищевой промышленности
11. Биокаталитические методы защиты окружающей среды
12. Ферменты, как лекарственные препараты.
13. Использование ферментов в медицине. Энзимотерапия
14. Подходы к созданию новых ферментов (субтилизин, ингибитор субтилизина, трипсин, бета-лактамаза, цитохромы группы P-450).
15. Ферменты в органическом синтезе и аналитической химии
16. Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами
17. Генетическая инженерия ферментов.
18. Тканевое, региональное, клеточное и субклеточное распределение ферментов. Ферменты – маркеры субклеточных структур, их использование в науке и медицине.
19. Ферменты в нетрадиционных средах. Мицеллярная энзимология
20. Современные методы конструирования ферментов с необходимыми свойствами
21. Рибозимы – открытие, определение, структура, классификация, применение как лекарственных средств.
22. Абзимы – каталитические антитела.

Зачетно-экзаменационные материалы для промежуточной аттестации

Вопросы для подготовки к зачету:

1. Предмет и задачи энзимологии, основные этапы развития.
2. Методические особенности исследования ферментативных реакций.
3. Систематизация знаний о ферментах, методы классификации, примеры.
4. Псевдоферменты. Малоизученные (орфанные) ферменты.
5. Основные стадии катализа ферментами, структурная организация ферментов.
6. Активный центр ферментов, связывание субстратов и кофакторов, траектории доставки, роль ворот и туннелей.
7. Продуктивное, предпродуктивное и непродуктивное связывание. Анализ конкретных примеров.
8. Теоретические концепции специфичности «ключ-замок», «ключ-замок-замочная скважина».
9. Конформационная подвижность ферментов, роль динамики молекулы белка в ферментативном катализе, в специфичности действия ферментов.
10. Теория индуцированного соответствия.
11. Теория напряжения.
12. Теория конформационной селекции, взаимосвязь с представлением об индуцированном соответствии
13. Строение и общие свойства ферментов. Химическая природа ферментов.
14. Молекулярная структура ферментов.
15. Активный и аллостерический центры. Контактный и каталитический участки активного центра.
16. Функциональные отличия ферментов от низкомолекулярных катализаторов.
17. Проферменты. Апоферменты и простетические группы сложных ферментов.
18. Коферменты, кофакторы и их роль в каталитическом процессе.
19. Мультимолекулярные ферментные комплексы.
20. Изоферменты и их биологическое значение.
21. Синтез ферментов и его регуляция. Индукция и репрессия синтеза. Посттрансляционная модификация ферментов
22. Роль ограниченного протеолиза в активации ферментов.
23. Получение ферментов в очищенном виде. Методы фракционирования и выделения ферментов.
24. Методы исследования структуры ферментов и строения активного центра.
25. Молекулярные аспекты специфичности ферментов.
26. Теории сродства фермента и субстрата.
27. Природа физико-химических взаимодействий молекул субстрата с активными центрами ферментов.
28. Строение и функции биологических мембран, их роль в компартментализации разнонаправленных биохимических процессов в тканях.
29. Локализация ферментов в клетках и тканях живых организмов.
30. Условия функционирования ферментов в клеточных и бесклеточных биологических системах
31. Взаимосвязь химического и ферментативного катализа. Биомиметический катализ.
32. Понятие о конформационном состоянии комплекса фермента с субстратом, предшествующем каталитическому превращению, значение и роль соответствующих критериев.
33. Развитие представлений о причинах ускорения реакций под действием ферментов, особенности биокатализа, интерпретация в рамках теории активированного комплекса.
34. Трансмиссионный коэффициент, туннельный эффект в ферментативных реакциях.
35. Преорганизация активного центра как основной фактор ускорения в ферментативном катализе, стабилизация переходных состояний.

36. Дискуссия о роли динамики белка и преорганизации активного центра в ферментативном катализе.
37. Роль молекул воды в механизме действия ферментов.
38. Примеры полного каталитического цикла.
39. Энергия химической реакции. Уравнение Аррениуса.
40. Энергетический барьер реакции и энергия активации неферментативных и ферментативных реакций.
41. График зависимости активности фермента от температуры раствора. Анализ кривой.
42. Температурный оптимум ферментативной реакции.
43. Термостабильные и термолабильные ферменты.
44. Активность ферментов при низких температурах.
45. Влияние кристаллизации воды на активность ферментов.
46. Активность ферментов в замороженных средах.
47. Зависимость скорости реакции от значения рН раствора.
48. Влияние рН на заряд ионогенных групп в молекулах белка.
49. Изменения структуры фермента и реакционной способности активного центра при разных значениях рН.
50. Оптимальное значение рН для ферментов и его биологическое значение.
51. Активность нативных ферментов. Роль третичной и четвертичной структур молекулы фермента.
52. Специфические факторы, повышающие активность ферментов.
53. Регуляция количества молекул фермента в клетке.
54. Регуляция скорости ферментативной реакции доступностью молекул субстрата и коферментов.
55. Регуляция каталитической активности ферментов.
56. Аллостерическая регуляция;
57. Регуляция с помощью белок-белковых взаимодействий;
58. Регуляция путём фосфорилирования/дефосфорилирования молекулы фермента;
59. Регуляция частичным (ограниченным) протеолизом
60. Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа. Эффективность действия ферментов.
61. Образование фермент- субстратных комплексов.
62. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата.
63. Теория Михаэлиса – Ментен. Кинетика ферментативных реакций.
64. Константы скоростей образования и распада фермент-субстратных комплексов (малые константы).
65. Интегральные константы ферментативной реакции: максимальная скорость реакции, константа сродства и константа Михаэлиса.
66. Уравнения ферментативной реакции Михаэлиса-Ментен и Холдейна-Бриггса.
67. Численное значение константы Михаэлиса и ее практическое значение.
68. Определение константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции по методу Лайнуивера-Берка.
69. Ингибирование ферментативной активности - путь лечения патогенных состояний.
70. Направленный дизайн биологически активных соединений, селективное ингибирование ключевых ферментов патогенных микроорганизмов.
71. Обратимые и необратимые ингибиторы.
72. Избирательность подавления активности с учетом особенностей механизма катализа.
73. Скрытые участки связывания ингибиторов.
74. Ингибиторы – миметики переходного состояния.

Критерии оценивания по зачету:

«Зачтено» получает студенту, если он дал полный, развернутый ответ на все вопросы или если он дал неполные или неточные ответы, но ответил на уточняющие вопросы, а также выполнил программу занятий.

«Не зачтено» получает студент, если он дал неполные или неточные ответы и не ответил на уточняющие вопросы, если он не ответил ни на один вопрос, а также не выполнил программу занятий.

Оценочные средства для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья выбираются с учетом их индивидуальных психофизических особенностей.

– при необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на экзамене;

– при проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями;

– при необходимости для обучающихся с ограниченными возможностями здоровья и инвалидов процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

Процедура оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине (модулю) предусматривает предоставление информации в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и восприятия информации:

Для лиц с нарушениями зрения:

– в печатной форме увеличенным шрифтом,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями слуха:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата:

– в печатной форме,

– в форме электронного документа.

Данный перечень может быть конкретизирован в зависимости от контингента обучающихся.

5. Перечень учебной литературы, информационных ресурсов и технологий

5.1. Учебная литература

1. Биохимия: учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 759 с.: ил. - ISBN 978-5-9704-3762-9.

2. Плакунов В.К. Основы энзимологии: учебное пособие. Москва: Логос, 2002. 127 с. [Электронный ресурс] Режим доступа:

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=84687>

3. Биссвангер Х. Практическая энзимология [Текст] = Practical Enzymology : [учебное пособие] / Х. Биссвангер ; пер. с англ. Т. П. Мосоловой ; предисл. А. В. Левашова. - Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013. - 328 с. : ил. - (Методы биологии). - Библиогр. в конце параграфов. - ISBN 9785947749403 : 270.86.

4. Науменко О. А. Основы строения и кинетики ферментов в биологических системах: учебное пособие [Электронный ресурс] / Оренбург:ОГУ,2017. -183с. - 978-5-7410-1666-4. <http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=469374>

5. Ферментативная регуляция метаболизма: учебное пособие [Электронный ресурс] / Воронеж: Издательский дом ВГУ,2014. -144с. - 978-5-9273-2111-7.

<http://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=441603>

5.2. Периодическая литература

№ п/п	Название издания	Периодичность выхода (в год)	За какие годы хранится	Место хранения
1	Биотехнология	6	2010-2015	ЧЗ
2	Биохимия	6	1947-2018	ЧЗ
3	Клиническая лабораторная диагностика	12	2007-2018	ЧЗ
4	Прикладная биохимия и микробиология	6	2008-2017	ЧЗ

5.3. Интернет-ресурсы, в том числе современные профессиональные базы данных и информационные справочные системы

Электронно-библиотечные системы (ЭБС):

1. ЭБС «ЮРАЙТ» <https://urait.ru/>
2. ЭБС «УНИВЕРСИТЕТСКАЯ БИБЛИОТЕКА ОНЛАЙН» www.biblioclub.ru
3. ЭБС «BOOK.ru» <https://www.book.ru>
4. ЭБС «ZNANIUM.COM» www.znanium.com
5. ЭБС «ЛАНЬ» <https://e.lanbook.com>

Профессиональные базы данных:

1. Web of Science (WoS) <http://webofscience.com/>
2. Scopus <http://www.scopus.com/>
3. ScienceDirect www.sciencedirect.com
4. Журналы издательства Wiley <https://onlinelibrary.wiley.com/>
5. Научная электронная библиотека (НЭБ) <http://www.elibrary.ru/>
6. Полнотекстовые архивы ведущих западных научных журналов на Российской платформе научных журналов НЭИКОН <http://archive.neicon.ru>
7. Национальная электронная библиотека (доступ к Электронной библиотеке диссертаций Российской государственной библиотеки (РГБ) <https://rusneb.ru/>
8. Президентская библиотека им. Б.Н. Ельцина <https://www.prlib.ru/>
9. Электронная коллекция Оксфордского Российского Фонда <https://ebookcentral.proquest.com/lib/kubanstate/home.action>
10. Springer Journals <https://link.springer.com/>
11. Nature Journals <https://www.nature.com/siteindex/index.html>
12. Springer Nature Protocols and Methods <https://experiments.springernature.com/sources/springer-protocols>
13. Springer Materials <http://materials.springer.com/>
14. zbMath <https://zbmath.org/>
15. Nano Database <https://nano.nature.com/>
16. Springer eBooks: <https://link.springer.com/>
17. "Лекториум ТВ" <http://www.lektorium.tv/>
18. Университетская информационная система РОССИЯ <http://uisrussia.msu.ru>

Информационные справочные системы:

1. Консультант Плюс - справочная правовая система (доступ по локальной сети с компьютеров библиотеки)

Ресурсы свободного доступа:

1. Американская патентная база данных <http://www.uspto.gov/patft/>
2. Полные тексты канадских диссертаций <http://www.nlc-bnc.ca/thesescanada/>

3. КиберЛенинка (<http://cyberleninka.ru/>);
4. Министерство науки и высшего образования Российской Федерации <https://www.minobrnauki.gov.ru/>;
5. Федеральный портал "Российское образование" <http://www.edu.ru/>;
6. Информационная система "Единое окно доступа к образовательным ресурсам" <http://window.edu.ru/>;
7. Единая коллекция цифровых образовательных ресурсов <http://school-collection.edu.ru/> .
8. Федеральный центр информационно-образовательных ресурсов (<http://fcior.edu.ru/>);
9. Проект Государственного института русского языка имени А.С. Пушкина "Образование на русском" <https://pushkininstitute.ru/>;
10. Справочно-информационный портал "Русский язык" <http://gramota.ru/>;
11. Служба тематических толковых словарей <http://www.glossary.ru/>;
12. Словари и энциклопедии <http://dic.academic.ru/>;
13. Образовательный портал "Учеба" <http://www.uceba.com/>;
14. Законопроект "Об образовании в Российской Федерации". Вопросы и ответы http://xn--273--84d1f.xn--plai/voprosy_i_otvety

Собственные электронные образовательные и информационные ресурсы КубГУ:

1. Среда модульного динамического обучения <http://moodle.kubsu.ru>
2. База учебных планов, учебно-методических комплексов, публикаций и конференций <http://mschool.kubsu.ru/>
3. Библиотека информационных ресурсов кафедры информационных образовательных технологий <http://mschool.kubsu.ru;>
4. Электронный архив документов КубГУ <http://docspace.kubsu.ru/>
5. Электронные образовательные ресурсы кафедры информационных систем и технологий в образовании КубГУ и научно-методического журнала "ШКОЛЬНЫЕ ГОДЫ" <http://icdau.kubsu.ru/>

6. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)

Подготовка к практическим занятиям

Студенты, не имеющие физических ограничений должны:

1. Ознакомиться с темой, целью, задачами работы;
2. Ознакомиться с предложенными теоретическими вопросами
3. Изучить соответствующий лекционный материал;
4. Изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;
5. Изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;
6. Ознакомиться с работами и ходом их выполнения;
7. Ознакомиться с оборудованием;
8. Выполнить предложенные задания в соответствии с ходом работы;
9. Письменно оформить практическую работу, сделать структурированные выводы

Написание реферата

Выбор темы реферата осуществляется преподавателем в рамках изучаемой дисциплины исходя из интересов студентов. Прежде чем выбрать тему реферата, студенту необходимо выяснить свой интерес, определить, над какой проблемой он хотел бы поработать, более глубоко ее изучить.

Цель реферата – приобретение студентами навыков самостоятельной работы по подбору, изучению, анализу и обобщению литературных источников.

Объем реферата составляет 7-15 страниц машинописного текста.

Критерии оценки реферата:

- Соответствие содержания теме.
- Правильность и полнота использования источников.

- Соответствие оформления реферата стандартам.

По усмотрению преподавателя рефераты могут быть представлены на семинарах, а также использоваться как зачетные работы по пройденным темам.

Процесс выполнения реферата состоит из следующих этапов:

1. Подбор литературы по избранной теме и ознакомление с выбранными источниками.

2. Составление плана реферата.

3. Изучение отобранных литературных источников.

4. Написание текста реферата.

5. Оформление реферата.

Обязательными элементами реферата являются:

1. Титульный лист.

2. Оглавление.

3. Введение.

4. Основная часть документа.

5. Заключение.

6. Список использованных источников (литература, сайты и т.д.).

Введение должно содержать краткую оценку состояния исследуемого вопроса, проблемы и актуальность выбранной темы, цели и задачи исследований, объекта и предмета исследований используемые методы, методики и технологии, оценку практической значимости полученных результатов. Объем введения должен быть не более 3-5 страниц печатного текста.

В основной части приводят данные, отражающие сущность и основные результаты выполненной работы.

Основная часть должна содержать:

- обоснование выбранной темы (направления исследования), методы решения задачи, описание выбранной методики проведения эксперимента;

- теоретические и экспериментальные исследования;

- обобщение и оценку результатов исследований, включающих оценку полноты решения поставленной задачи.

Заключение должно содержать краткие выводы по результатам выполненных исследований и оценку полноты решения поставленных задач.

Список использованных информационных источников (литература, сайты и т.д.) должен быть составлен в соответствии с положением «Общие требования и правила составления библиографии» и содержать библиографические сведения о литературных источниках.

В приложения могут быть включены:

- иллюстрации вспомогательного характера;

- инструкции и методики, разработанные в процессе выполнения работы;

- таблицы вспомогательных цифровых данных.

Работа должна быть логически выдержана, в ней соблюдаются единство стиля изложения, обеспечена орфографическая, синтаксическая, стилистическая грамотность.

Самостоятельная подготовка

1. Ознакомиться с темой и вопросами СР;

2. Изучить основную литературу в соответствии с темой и списком;

3. Изучить дополнительную литературу в соответствии с темой и списком;

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья большое значение имеет индивидуальная учебная работа (консультации) – дополнительное разъяснение учебного материала.

Индивидуальные консультации по предмету являются важным фактором, способствующим индивидуализации обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или лицом с ограниченными возможностями здоровья.

7. Материально-техническое обеспечение по дисциплине (модулю)

Наименование специальных помещений	Оснащенность специальных помещений	Перечень лицензионного программного обеспечения
Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа Аудитория 431	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: интерактивный комплекс в составе: интерактивная доска Projesta, интерактивный короткофокусный проектор Epson, интерактивная трибуна с микрофонами, видеокамера для конференций, документ-камера, звуковое оборудование; выход в сеть Интернет	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации Аудитория 430	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: ПЭВМ преподавателя 1 шт. с выходом в интернет	Microsoft Windows Microsoft Office
Учебные аудитории для проведения практических работ. Аудитория 431	Мебель: учебная мебель. Технические средства обучения: экран, проектор, компьютер Оборудование: рН-метр Hanna Instruments pH211, Эксперт 001.301; кол-лекторы фракций; спектроном-204, спектрофотометр сканирующий двулучевой LEKI SS21 UV; гомогенизаторы; термостат LIOP LB-140; центрифуга лабораторная ЦЛНМ-80-2S; шкаф сушильный; шкаф вытяжной, дозатор автоматический 1-канальный варьируемого объема 10-100мл BIONIT Sartorius - 10 шт., дозатор автоматический 1-канальный варьируемого объема 100-1000мл BIONIT Sartorius - 13 шт., дозатор автоматический 1-канальный варьируемого объема 500-5000мл BIONIT Sartorius - 8 шт., лабораторные электронные весы OHAUS SPX123, лабораторные электронные весы OHAUS SPX421). Комплекты лабораторного биохимического оборудования (пробирки, мерные пробирки, ступки, пестики, спиртовки, держатели, пипетки, наборы реактивов	Microsoft Windows Microsoft Office

Для самостоятельной работы обучающихся предусмотрены помещения, укомплектованные специализированной мебелью, оснащенные компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета.

Наименование помещений для самостоятельной работы обучающихся	Оснащенность помещений для самостоятельной работы обучающихся	Перечень лицензионного программного обеспечения
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (читальный зал Научной библиотеки)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Комплект специализированной мебели: компьютерные столы</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, веб-камеры, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi)</p>	<p>Microsoft Windows</p> <p>Microsoft Office</p>
Помещение для самостоятельной работы обучающихся (ауд.437а)	<p>Мебель: учебная мебель</p> <p>Оборудование: компьютерная техника с подключением к информационно-коммуникационной сети «Интернет» и доступом в электронную информационно-образовательную среду образовательной организации, коммуникационное оборудование, обеспечивающее доступ к сети интернет (проводное соединение и беспроводное соединение по технологии Wi-Fi), мультимедийный телевизор</p>	<p>Microsoft Windows</p> <p>Microsoft Office</p>