

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО: Гаскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор	МИНОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ»)	
Дата подписания: 04.06.2025 15:26:26 Уникальный программный ключ: 04c19ed80b79813bbcb77a48809a878808522525	Рабочая программа дисциплины "Основы энзимологии" по направлению подготовки (специальности) 30.05.01 "Медицинская биохимия" направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1

Рабочая программа дисциплины (модуля)*

ОСНОВЫ ЭНЗИМОЛОГИИ

Направление подготовки (специальность)

30.05.01 Медицинская биохимия

Направленность (профиль)

Медицинская биохимия

Присваиваемая квалификация (степень)

Врач-биохимик

Форма обучения

очная

Год(ы) набора 2025

*Рабочая программа дисциплины (модуля) адаптирована для инклюзивного обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья

Челябинск 2025 г.



Содержание

1. Цели освоения дисциплины
2. Место дисциплины в структуре ОПОП
3. Компетенции обучающегося, формируемые в результате освоения дисциплины (модуля)
4. Объем дисциплины (модуля)
5. Структура и содержание дисциплины (модуля)
6. Фонд оценочных средств
 - 6.1. Перечень видов оценочных средств
 - 6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации
 - 6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации
 - 6.4. Критерии оценивания
7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)
 - 7.1. Рекомендуемая литература
 - 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"
 - 7.3. Перечень информационных технологий
8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)
9. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины (модуля)
10. Специальные условия освоения дисциплины обучающимися с инвалидностью и ограниченными возможностями здоровья



1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

Целью освоения дисциплины "Основы энзимологии" является формирование комплексного знания о структуре и свойствах ферментов, условиях функционирования, механизмах действия, механизмах активации и ингибирования ферментов для более глубокого понимания закономерностей биохимических процессов, патологических процессов связанных с нарушением функционирования ферментов, диагностики заболеваний, основанной на определении активности ферментов и применении ферментов для определения концентрации других веществ, для понимания механизма действия лекарственных средств, представляющих собой ферментативные препараты или ингибиторы ферментов.

Задачами изучения дисциплины являются:

-показать фундаментальную роль ферментов во всех процессах в организме

- ознакомить студентов с современными представлениями о структурной организации ферментов, механизмах ферментативного катализа, внутриклеточной локализации ферментов и их кинетических свойствах; -рассмотреть варианты регуляции биохимических и физиологических процессов через регуляцию активности ферментов;

-сформировать понимание того, что кинетические свойства ферментов определяют их возможности в регуляции биохимических и физиологических процессов

- научить находить в базах данных и применять данные о структуре и кинетических свойствах ферментов, методах определения ферментативной активности, механизмах действия ферментов, их локализации, регуляции и участии в биохимических и патологических процессах, ингибиторах и активаторах.

- выработать навык обработки экспериментальных кинетических данных ферментативной реакции и нахождения кинетических параметров с целью оценить тот или иной биохимический или физиологический процесс

- дать понимание особенностей экспериментальной работы с ферментами, образцами с ферментативной активностью

Результаты обучения по дисциплине направлены на достижение индикаторов:

ОПК-1.1. Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений.

ОПК-1.2. Демонстрирует умение применять и использовать фундаментальные и прикладные знания в области медицины, биологии и других естественнонаучных направлений для постановки и решения клинико-лабораторных и научно-исследовательских задач.

2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.О.05.01

2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Органическая химия

Биология

Биоорганическая химия

Общая и неорганическая химия

2.2 Дисциплины и практики, для которых освоение данной дисциплины (модуля) необходимо как предшествующее:

Патохимия

Клиническая лабораторная диагностика: лабораторная аналитика, менеджмент качества, клиническая диагностика

Медицинские биотехнологии

Молекулярная биология

Молекулярная физиология и эндокринология

Биохимия питания

Клиническая фармакология

3. КОМПЕТЕНЦИИ ОБУЧАЮЩЕГОСЯ, ФОРМИРУЕМЫЕ В РЕЗУЛЬТАТЕ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности

Знать:

Для достижения ОПК-1.1 знать: основную терминологию, используемую в энзимологии, основные величины и закономерности, характеризующие ферментативные реакции, кинетические особенности ферментативных реакций, свойства ферментов, применяемых в клинической лабораторной практике, особенности работы с ферментами, базы данных ферментов.

Для достижения ОПК-1.2 знать: способы применения ферментов в клинической лабораторной практике, оборудование для работы с ферментами, методы определения рН оптимума фермента, виды и методы обработки экспериментальных данных при работе с ферментами.

Уметь:

Для достижения ОПК-1.1 уметь: анализировать методики работы с ферментами, на предмет случайной потери каталитической активности, находить K_m и каталитическую константу из экспериментальных кинетических данных, охарактеризовать субстратную специфичность ферментов, охарактеризовать тип ингибирования.

Для достижения ОПК-1.2 уметь: определить рН-оптимум фермента, рассчитать активность фермента из экспериментальных данных о скорости ферментативной реакции, определить оптимальную концентрацию субстрата для проведения эксперимента по определению активности фермента.

Владеть:

Для достижения ОПК-1.1 владеть: навыком поиска информации по свойствам ферментов, навыком анализа свойств фермента.

Для достижения ОПК-1.2 владеть: навыком обработки экспериментальных данных по ферментативной кинетике при помощи инструментов в Excel, сравнения каталитической активности и субстратной специфичности ферментов/ингибиторов для выбора оптимального субстрата/ингибитора.

В результате освоения дисциплины обучающийся должен

3.1	Знать:
3.1.1	- номенклатуру, классификацию, физико-химические особенности структурной организации ферментов, основные параметры, характеризующие ферментативный катализ, механизмы и условия функционирования, принципы ингибирования и активации, подходы к оценке ферментативной активности, способы расчета констант, характеризующих активность ферментов.
3.1.2	- основные электронные ресурсы медико-биологической информации NCBI, EMBL-EBI, Mechanism and Catalytic Site Atlas, Brenda, Uniprot, PDB, KEGG, DrugBank
3.1.3	- методы обработки кинетических данных в Excel
3.1.4	- программы для визуализации 3D структуры активного центра фермента: Jmol, RasTop
3.2	Уметь:
3.2.1	- Классифицировать ферменты по их свойствам, охарактеризовать свойства ферментов по их коду классификации, подобрать оптимальные условия для протекания ферментативного процесса, подобрать ингибитор и активатор для ферментативного процесса, провести количественную оценку ферментного препарата.
3.2.2	- Находить в базах данных информацию о строении, каталитической активности, механизме действия фермента, субстратах и ингибиторах ферментов. Делать подбор статей по определенному ферменту по определенному заболеванию. Выбирать базу данных в зависимости от цели
3.2.3	- Обрабатывать экспериментальные данные по кинетике ферментативной реакции, рассчитывать константы, характеризующие ферментативный процесс в Excel. Рассчитывать константу связывания фермента и ингибитора, ферментативную активность образца. Использовать константы для сравнения ферментов из разных образцов по способности связывать и превращать субстрат. Оценить субстратную специфичность.
3.2.4	- загружать структуры молекул фермента из Protein DataBase, визуализировать и манипулировать ими с помощью программы Jmol.
3.3	Владеть:
3.3.1	-Навыки обнаружения и оценки ферментативной активности в биологическом материале;
3.3.2	-навыки выполнения лабораторных и научно-исследовательских работ связанных с ферментативными процессами



3.3.3	-Навыки поиска необходимой информации в базах данных медико-биологической информации: Brenda, Uniprot, PDB, KEGG, EMBL Mechanism and Catalytic Site Atlas, Drugbank, NCBI
3.3.4	-Навыки обработки данных по кинетики ферментативных реакций с помощью инструментов Excel.
3.3.5	- работы с программой для визуализации 3D структуры фермента: Jmol

4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Общая трудоемкость		3 ЗЕТ
Часов по учебному плану	: 108	Виды контроля в семестрах: зачеты 4
в том числе	:	
аудиторные занятия	: 66	
самостоятельная работа	: 35,3	
:	:	
контактная работа:	72,7	
ИКР:	6,7	

5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	Раздел 1. Введение.			
1.1	Фундаментальная роль ферментов в регуляции биохимических процессов. Ферменты в терапии и диагностике заболеваний. Ферменты в генной инженерии. Биосенсоры с ферментами. Ингибиторы - лекарственные средства. Drugbank. Базы данных ферментов: NCBI, Brenda, Uniprot, Kegg, PDB, PDBe, PDBj, MMDB, EMBL-EBI Mechanism and Catalytic Site Atlas: структура, инструменты. /Лек/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э7 Э8 Э9 Э11
1.2	Базы данных ферментов. Brenda, UniProt, Kegg. Поиск данных отдельных ферментов. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
1.3	Поиск публикаций по заданному ферменту по определенному заболеванию в базе данных Brenda /Ср/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5
	Раздел 2. Структурная организация ферментов.			



2.1	<p>Ферменты-простые и сложные белки. Уровни структурной организации ферментов. Принципы пространственной организации молекул ферментов, проблема сворачивания полипептидной цепи в нативную конформацию.</p> <p>Активный и аллостерический центры. Контактный и каталитический участки активного центра. Проферменты. Апоферменты и простетические группы сложных ферментов. Коферменты, кофакторы и их роль в каталитическом процессе. Мультимолекулярные ферментные комплексы. Изоферменты и их биологическое значение.</p> <p>Методы изучения различных уровней организации ферментов – оптические, РСА, кинетические, генно-инженерные, компьютерное моделирование белков. Программы для визуализации 3D структуры -RusMol, PyMOL, Jmol. Базы данных PDB-банк. Структура PDB-файла. Программа для моделирования белков по гомологии Modeller.</p> <p>Роль серина, гистидина, лизина, тирозина, цистеина, аргинина, аспарагиновой и глутаминовой кислот в активных центрах.</p> <p>Структура активных центров на примере ЛДГ, СОД, карбоксипептидазы А. Использование методов РСА для изучения топографии активных центров.</p> <p>/Лек/</p>	4	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э2 Э7 Э10
2.2	<p>Работа с базой данных экспериментально определенных 3D-структур биологических макромолекул PDB. Поиск нужной 3D структуры. Визуализация в Jmol. Работа с консолью. Изучение вторичной структуры белка: альфа-спиралей и вета-листов. Расположение гидрофобных и заряженных радикалов аминокислот. Изучение мотива греческий ключ на примере В1 иммуноглобулин связывающего домена G-белка стрептокока. Визуализация водородных связей между тяжами в бета-листах и между витками в альфа-спирали /Лаб/</p>	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э2 Э10
2.3	<p>Работа в Jmol. Изучение активного центра фермента на примере химотрипсина.</p> <p>Визуализация области белка вблизи связанного лиганда и изучение альтернативных конформаций аллостерического фермента.на примере аспартат транскарбомиилтрансферазы. /Лаб/</p>	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э2 Э10
2.4	<p>Изучение структуры фермента лизоцима при помощи визуализатора Jmol.</p> <p>Изучение компонентов вторичной структуры: альфа-спираль, 310-спираль; и надвторичной структуры: бета-шпилька. Особенности распределения полярных и неполярных аминокислот в глобулярных белках. Визуализация дисульфидных связей.</p> <p>Расчет вторичной структуры. Выборочная визуализация нужного участка белка.</p> <p>Изучение пи-спирали на примере Mn/Fe оксидазы.</p> <p>Изучение структурных мотивов белка бета-альфа-бета, альфа-альфа на примере карбоксипептидазы, бета и альфа-цилиндров на примере фосфатизомеразы /Ср/</p>	4	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
2.5	<p>Изучение пространственных отношений между ферментом и его субстратом, включая ориентацию функциональных групп в активном центре, важную для понимания механизма катализа на примере лизоцима, связанного с ингибитором трисахаридом. /Лаб/</p>	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5
Раздел 3. Ферментативный катализ.				



3.1	Сущность явления катализа. Гомогенный и гетерогенный катализ. Взаимодействие субстратов с активными центрами. Фермент-субстратный комплекс, стадии образования и распада, доказательства существования. Природа сил, стабилизирующих различные конформационные состояния фермент-субстратного комплекса (водородные связи, гидрофобные взаимодействия, координационные связи, электростатические взаимодействия, силы Ван-Дер-Ваальса). Факторы, определяющие эффективность и специфичность ферментативного катализа: эффект сближения, ориентации, напряжения, индуцированного соответствия, кислотно-основного и ковалентного катализа. Молекулярное моделирование фермент субстратного взаимодействия для предсказания аффинности и активности небольшой молекулы лекарства по отношению к белку-мишени как важный этап разработки лекарственных средств. Autodock как пример программы для молекулярного моделирования. /Лек/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1
3.2	Изучение структуры дрожжевой фосфоглицераткиназы в Jmol: сайта связывания двух субстратов и иона магния, а также их пространственное отношение друг к другу. Применение инструмента Ligand Interaction, для изучения связывающего взаимодействия двух субстратов, и применение Jmol, чтобы визуализировать эти взаимодействия. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
3.3	Изучение сайта связывания глюкозо-6-фосфат изомеразы в Jmol /Ср/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5
Раздел 4. Классификация ферментов.				
4.1	Принципы классификации ферментов. Шифр фермента. Характеристика класса оксидоредуктаз. Подклассы. Используемая терминология. Наиболее важные представители. Механизмы реакций ферментативного окисления и восстановления субстратов. Трансферазы. Важнейшие представители этого класса и механизмы их действия. Биологическое значение трансферазных реакций. Коферменты трансфераз. Трансферазы в диагностике заболеваний. Изомеразы. Роль реакций изомерного превращения в биологических процессах. Механизм действия изомераз, примеры реакций. Синтазы. Механизмы действия. Зависимость от источников энергии. Значение в процессах анаболизма. Отдельные представители. /Лек/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
4.2	Характеристика класса гидролаз. Роль реакций гидролиза в процессах катаболизма, протекающих в живых тканях. Особенности строения и механизмы действия гидролаз. Гидролазы в медицине. Лиазы. Особенности каталитического действия. Важнейшие представители. /Лек/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5
4.3	Решение тестов в Kahoot по разделу классификация ферментов /Ср/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5
Раздел 5. Кинетика ферментативных реакций				



5.1	Основные закономерности химической и ферментативной кинетики. Константа скорости реакции. Порядок реакции. Молекулярность реакции. Скорость реакции нулевого, первого и второго порядков. Кинетика ферментативных реакций. Работы Анри, Брауна, Михаэлиса-Ментен, Бриггса, Холдейна. Кинетическая кривая. Скорость ферментативных реакций, способы выражения. Зависимость скорости реакции от концентрации фермента. Причины отклонения от линейности. Влияние концентрации субстрата на скорость ферментативных реакций. Условие стационарности. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Субстратная константа – K_s и константа Михаэлиса – K_m . Максимальная скорость реакции. Число оборотов фермента. Определение кинетических констант (метод Лайнуивера-Берка, Вульфа-Хайнса, Иди-Хофсти, Эйзенталя и Корниш-Боуден). /Лек/	4	1	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5
5.2	Уравнение Михаэлиса -Ментен и Холдейна – Бриггса. Численное значение константы Михаэлиса и ее практическое значение. Определение константы Михаэлиса и максимальной скорости реакции по методу Лайнуивера – Берка. Обработка экспериментальных данных в Excel. Сравнение полученных данных с данными в базах данных. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э3 Э8 Э9
5.3	Методы линеаризации уравнения Михаэлиса-Ментен: Иди-Хофсти и Хайнса-Вульфа. Определение константы Михаэлиса, максимальной скорости, константы скорости. Обработка экспериментальных данных в Excel. Сравнение с базами данных. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
5.4	Обработка разнородных экспериментальных данных, выраженных в различных единицах. Определение кинетических констант, сравнение констант, полученных разными методами линеаризации Лайнуивера- Берка и Иди-Хофсти, Хайнса-Вульфа. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
5.5	Решение задач. Обработка экспериментальных данных в Excel. /Ср/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э9
Раздел 6. Методы работы с ферментами: определение активности, выделение и очистка.				
6.1	Способы количественного выражения активности. Единицы ферментов. Удельная активность. Способы регистрации ферментативной активности – по конечной точке, непрерывный. Методы определения активности ферментов: колориметрический, спектрофотометрический, флуориметрический, манометрический, биоллюминесцентный, иммунохимический и др. Методы выделения и очистки ферментов. Фракционное высаливание, фракционирование органическими растворителями, избирательное осаждение. Адсорбция на гелях. Хроматография (ионообменная, тонкослойная, аффинная). Гель-фильтрация. Электрофорез, изоэлектрофокусирование. Критерии чистоты ферментных препаратов (ультрацентрифугирование, электрофорез, растворимость, кристаллизация). /Лек/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5
6.2	Выделение и очистка фермента МАО-А из мозга крысы. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э3 Э8 Э9



6.3	Спектрофотометрическое определение активности фермента моноаминоксидазы А из мозга крыс. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
6.4	Определения концентрации белка МАО в гомогенате. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
6.5	Подготовка отчетов по лабораторным работам /Ср/	4	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
Раздел 7. Регуляция активности ферментов				
7.1	<p>Влияние температуры и рН среды на активность ферментов. Роль анионов и катионов металлов в активации ферментов. Механизм активирующего действия восстановленного глутатиона на тиоловые ферменты. Химическая модификация ферментов (фосфорилирование-дефосфорилирование, аденилирование-деаденилирование, ацетилирование-деацетилирование).</p> <p>Ингибиторы как лекарственные препараты. Типы ингибирования ферментов: необратимое, обратимое: конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное (механизм, расчет константы ингибирования).</p> <p>Аллостерическая регуляция активности фермента. Понятие аллостерических центров. Десенсибилизация как способ доказательства разобщенности аллостерических и активных центров. Понятие кооперативности. Типы кооперативных взаимодействия: гомотропные, гетеротропные, положительные, отрицательные. Кинетика аллостерических ферментов. Коэффициент Хилла– мера отклонения от гиперболического закона Михаэлиса-Ментен. Способы расчета коэффициента Хилла: метод Хилла, метод Б. Курганова с соавторами. Модели аллостерических ферментов. Согласованная модель Моно-Уаймена-Шанжё, последовательная модель Немети-Кошланда-Филмера. Влияние аллостерических эффекторов на кривую зависимости скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Совместное действие различных аллостерических эффекторов. Оценка кооперативных свойств у аллостерических ферментов с помощью коэффициента крутизны $-R_x$. Преимущества аллостерических ферментов с положительной кооперативностью по сравнению с аллостерическими ферментами, проявляющими отрицательную кооперативность, и ферментами, подчиняющимися кинетике Михаэлиса-Ментен в регуляции метаболических путей в клетке.</p> <p>/Лек/</p>	4	3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5
7.2	Ионогенные группы активного центра ферментов. Изменение суммарного заряда аминокислот в зависимости от рН. Изоэлектрическая точка. Решение ситуационных задач. Изучение рН-зависимостей. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
7.3	Типы ингибирования ферментов (конкурентное, неконкурентное, бесконкурентное) Графическое определение типа ингибирования из кинетических данных в Excel в координатах Лайнувера-Берка. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6



7.4	Смешенное ингибирование. Расчет кинетических констант в Excel. Расчет констант ингибирования. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
7.5	Определение типа ингибирования методом Диксона в Excel. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
7.6	Ингибирование субстратом. Зависимость типа ингибирования от концентрации ингибитора. Решение ситуационных задач графическим методом в Excel. /Лаб/	4	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
7.7	Аллостерические ферменты. Обработка экспериментальных данных в Excel. Определение коэффициента Хилла. Определение коэффициента крутизны Кошланда. /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
7.8	Ингибирование MAO-A. Определение типа и константы ингибирования /Лаб/	4	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5
7.9	Подготовка по теме раздела "Регуляция активности ферментов". /Ср/	4	7,3	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
Раздел 8. Иная контактная работа				
8.1	Индивидуальные консультации, текущий контроль /ИКР/	4	6,7	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Л2.3 Л2.4 Л2.5 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7 Э8 Э9 Э10 Э11

6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

6.1. Перечень видов оценочных средств

Текущая аттестация: устный опрос, ситуационные задачи.

Промежуточная аттестация: зачет в виде тестирования.

6.2. Типовые контрольные задания и иные материалы для текущей аттестации

Пример вопросов для устного опроса:

1. Коферменты – переносчики химических групп: нуклеозидфосфаты, кофермент ацетилирования, тетрагидрофолиевая кислота, пиридоксальные коферменты.
2. Участие белков теплового шока в процессе формирования нативной конформации белка.
3. Принципы пространственной организации молекулы фермента, проблема сворачивания полипептидной цепочки в нативную конформацию, её важность для функционирования ферментов.
4. Соотношение между величиной энергии активации и константой скорости реакции.
5. Образование фермент-субстратного комплекса и его роль в катализе.

Пример ситуационных задач:

1. Анализировали кинетику фермента в присутствии ингибитора, добавленного в концентрации 10^{-4} М (табл.):

Таблица

[S], 10^{-5} М Скорость реакции, мкмоль/мин

	без ингибитора	с ингибитором
0,3	10,4	2,1
0,5	14,5	2,9



1,0	22,5	4,5
3,0	33,8	6,8
9,0	40,5	8,1

- а) Каковы значения K_M и V_{MAX} в присутствии ингибитора? Сравните их с величинами, полученными в предыдущей задаче.
б) Каков тип ингибирования?
в) Какова константа диссоциации этого ингибитора?
г) При $[S] = 3 \times 10^{-5} M$ какая доля молекул фермента связана с субстратом в присутствии $10^{-4} M$ ингибитора? В отсутствие его?

2. Используя данные табл. 5, рассчитать значение pK ионогенной группы активного центра, контролирующей скорость ферментативной реакции.

Таблица 5

Влияние D_2O на реакцию гидролиза этилового эфира N -ацетил- L -триптофана, катализируемого альфа-химотрипсином.

Условия опыта: $25^\circ C$; 0,81% ацетонитрила; $[S]_0 = (0,23 - 1,55) \cdot 10^{-3} M$; $[E]_0 = 10^{-5} - 10^{-7} M$

pD ккат, сек⁻¹

6,29	1,59
7,05	5,50
7,45	8,76
8,19	14,14
8,74	13,45
9,25	13,55
9,90	14,00
10,57	13,90.

6.3. Типовые контрольные вопросы и задания для промежуточной аттестации

Пример тестов для зачета:

1. Ферментативная активность не свойственна:
а) Прокариотам
б) Эукариотам
в) Археям
г) Кефалинам.
2. Химическая природа энзимов была доказана:
а) Бухнером
б) Фишером
в) Пастером
г) Либихом.
3. В цитозоле эукариотов локализованы ферменты:
а) Тканевого дыхания
б) Синтеза жирных кислот
в) β – окисления
г) Цикла трикарбоновых кислот.
4. Изоферменты различаются
а) Изомерией связей
б) Набором субъединиц
в) Механизмом катализа
г) Субстратной специфичностью.
5. Уравнение Михаэлиса-Ментен
а) Выражает зависимость действия фермента от концентрации субстрата
б) Учитывает все стадии реакции
в) Описывает вторую стадию реакции – образование E и P
г) Не учитывает стадию образования комплекса ES .

Правильный ответ: 1. г; 2. а; 3. б; 4. б; 5. а.

6.4. Критерии оценивания

Критерием успешности освоения учебного материала является экспертная оценка преподавателя, учитывающая регулярность посещения лекционных и лабораторных занятий, знаний теоретического раздела программы по дисциплине (в том числе и материала самостоятельного изучения), которые оцениваются устным опросом по вопросам дисциплины, решением ситуационных задач и тестов.

Оценка устного опроса по вопросам текущего занятия:

Оценка «отлично» ставится, если студент показал глубокое знание вопроса; полно, аргументировано,



последовательно ответил по учебному материалу.

Оценка «хорошо» ставится, если студент показал знание вопроса, но допускает ряд неточностей; полно, аргументировано, последовательно ответил по учебному материалу.

Оценка «удовлетворительно» ставится, если студент показал знание вопроса, но допускает множество неточностей; имеет проблемы с полнотой, аргументацией, последовательностью изложения учебного материала.

Оценка «неудовлетворительно» ставится, если студент не знает материал вопроса или имеет поверхностные знания и не может полно, аргументировано, последовательно ответить по учебному материалу.

Критерии оценки решения ситуационной задачи:

5 «отлично» – комплексная оценка предложенной ситуации; знание теоретического материала с учетом междисциплинарных связей, правильный выбор тактики действий; последовательное, уверенное выполнение практических манипуляций;

4 «хорошо» – комплексная оценка предложенной ситуации, незначительные затруднения при ответе на теоретические вопросы, неполное раскрытие междисциплинарных связей; правильный выбор тактики действий; логическое обоснование теоретических вопросов с дополнительными комментариями преподавателя; последовательное, уверенное выполнение практических манипуляций;

3 «удовлетворительно» – затруднения с комплексной оценкой предложенной ситуации; неполный ответ, требующий наводящих вопросов педагога; выбор тактики действий в соответствии с ситуацией возможен при наводящих вопросах преподавателя, правильное последовательное, но неуверенное выполнение манипуляций;

2 «неудовлетворительно» – неверная оценка ситуации; неправильно выбранная тактика действий, приводящая к ухудшению ситуации, нарушению безопасности пациента; неправильное выполнение практических манипуляций.

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета. На зачете студент решает 100 тестовых вопросов закрытого типа. На каждый вопрос предлагается несколько вариантов ответа, правильный только один вариант.

Продолжительность – 60 минут.

Критерии оценки теста:

- оценка «отлично» выставляется студенту, если задание выполнено на 91-100% (высокий уровень освоения проверяемых компетенций);

- оценка «хорошо» выставляется студенту, если задание выполнено на 81-90% (средний уровень освоения проверяемых компетенций);

- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено на 70-80% (базовый уровень освоения проверяемых компетенций);

- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задания выполнено менее чем на 70% (недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций);

Высокий уровень, средний уровень, базовый уровень – «зачтено»; недостаточный уровень – «незачтено».

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

7.1. Рекомендуемая литература

7.1.1. Основная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
ЛП.1		Медицинская энзимология: практикум (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563155)	Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2018	ЭБС
ЛП.2	Шлейкин А. Г., Скворцова Н. Н., Бландов А. Н.	Прикладная энзимология: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564022)	Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019	ЭБС
ЛП.3	Плакунов В.К.	Основы энзимологии: учебное пособие (https://znanium.com/catalog/document?id=367498)	Москва : Издательская группа "Логос", 2020	ЭБС

7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
--	---------	----------	---------------	--------



	Авторы,	Заглавие	Издательство,	Ресурс
Л2.1	Диксон М., Уэбб Э., Гиномдан Л. М., Левянт М. И., Антонов В. К., Браунштейн А. Е.	Ферменты: в 3 томах	Москва: Мир,	
Л2.2	Володченкова Л. А.	Биоинформатика: учебное пособие (https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563147)	Омск : Омский государственный университет им. Ф.М. Достоевского (ОмГУ), 2018	ЭБС
Л2.3	Часовских Н. Ю.	Практикум по биоинформатике. Часть I: учебное пособие для студентов медико-биологического факультета (https://e.lanbook.com/book/138707)	Томск : СибГМУ, 2019	ЭБС
Л2.4	Часовских Н. Ю.	Практикум по биоинформатике. Часть II: учебное пособие для студентов медико-биологического факультета (https://e.lanbook.com/book/138708)	Томск : СибГМУ, 2019	ЭБС
Л2.5	Часовских Н.Ю.	Биоинформатика: учебник (https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970455425.html)	Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020	ЭБС

7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	KEGG: Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes/ www.kegg.jp www.kegg.jp
Э2	Protein Data Bank - http://www.rcsb.org/ www.rcsb.org
Э3	BRENDA (The Comprehensive Enzyme Information System) - https://www.brenda-enzymes.org/ www.brenda-enzymes.org
Э4	ExpASY (bioinformatics resource portal operated by the SIB Swiss Institute of Bioinformatics and in particular the SIB Web Team) - https://www.expasy.org/ www.expasy.org
Э5	IntEnz (Integrated relational Enzyme database) - https://www.ebi.ac.uk/intenz/index.jsp www.ebi.ac.uk/intenz/index.jsp
Э6	MetaCyc (one of the largest metabolic pathways and enzymes databases currently available) - https://metacyc.org/ https://metacyc.org/
Э7	EMBL-EBI Mechanism and Catalytic Site Atlas - база данных каталитических центров ферментов https://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/m-csa/
Э8	PubMed-база данных медицинских и биологических публикаций, созданная Национальным центром биотехнологической информации https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/
Э9	Uniprot- открытая курируемая база данных последовательностей и функций белков https://www.uniprot.org/
Э10	Мануал по работе с программой Jmol https://home.csulb.edu/~cohlberg/Jmolmanual.html
Э11	DrugBank- база данных, содержащая информацию о лекарствах и мишенях для них. https://go.drugbank.com/

7.3 Перечень информационных технологий

7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Connect Acrobat
LMS Moodle
Java

7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU (<https://elibrary.ru/defaultx.asp?>) eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000 –. – URL: <https://elibrary.ru>. – Режим доступа: для зарегистрир. пользователей. – Текст: электронный.

Национальная электронная библиотека (НЭБ) (<https://rusneb.ru/>) Национальная электронная библиотека (НЭБ) : объединенный электронный каталог фондов российских библиотек : сайт. – URL: <http://нэб.рф>. – Режим доступа: из читальных залов библиотеки ЧелГУ. – Текст: электронный.

8. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)



Лекционные занятия проводятся в лекционных аудиториях. Для проведения занятий лекционного типа предлагаются наборы демонстрационного оборудования (ноутбук, проектор, экран, колонки) и учебно-наглядных пособий (презентации по всем разделам дисциплины).

Для проведения лабораторных занятий аудитория оборудована следующим оборудованием: весы электронные, аквадистиллятор, рН-метр, верхнеприводное перемешивающее устройство, колобонагреватель, весы электронные, колориметр фотоэлектрический, компьютер для работ с деловыми и аналитическими программами, спектрофотометр, термостат циркуляционный, шкаф сушильный, плитки настольные.

Помещения для самостоятельной работы оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети «Интернет» и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду университета, куда каждый обучающийся в течение всего периода обучения обеспечен индивидуальным неограниченным доступом.

9. МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ДЛЯ ОБУЧАЮЩИХСЯ ПО ОСВОЕНИЮ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)

Дисциплина «Основы энзимологии» направлена на формирование готовности к научно-исследовательской профессиональной деятельности в избранной направленности. В результате изучения дисциплины должно быть сформированы знания о современном состоянии этого направления, как науки, изучающей различные аспекты функционирования ферментов.

Приступая к изучению дисциплины, студенту необходимо внимательно ознакомиться с тематическим планом занятий, списком рекомендованной литературы. Следует уяснить последовательность выполнения индивидуальных учебных заданий. Самостоятельная работа студента предполагает работу с научной и учебной литературой, умение искать информацию в интернете. Уровень и глубина усвоения дисциплины зависят от активной и систематической работы на занятиях, изучения рекомендованной литературы, аккуратности и вдумчивости при оформлении отчетов по лабораторным работам. При изучении дисциплины студенты выполняют следующие задания: изучают рекомендованную научно-практическую и учебную литературу; выполняют задания, предусмотренные для самостоятельной работы, оформляют отчеты по лабораторным работам. Основными видами аудиторной работы студентов являются лекционные и лабораторные занятия. Лекционный курс излагается с использованием компьютерных презентаций и мультимедийного оборудования. В ходе занятий преподаватель излагает и разъясняет основные, наиболее сложные понятия темы, а также связанные с ней теоретические и практические проблемы. Цель занятий состоит в уяснении, усвоении и закреплении студентами теоретических знаний.

Методические указания по подготовке к лабораторным занятиям:

Важно, чтобы каждый студент понимал, как работает фермент, как работает прибор, на каких физических законах основано проводимое измерение. Знал правила техники безопасности и неукоснительно выполнял их. При выполнении работы четко следовал методике и не проводил собственных экспериментов, не спросив у преподавателя.

Изучая теоретический материал курса студент должен руководствоваться следующими правилами: За основу рекомендуется брать рабочую программу учебной дисциплины. Согласно плану-графику аудиторных занятий и самостоятельной работы, на изучение отдельных тем отводится разное количество часов. Весь охваченный теоретический материал должен быть осмыслен. Достичь более глубокого осмысления помогут самостоятельные ответы на вопросы и решение задач. В процессе анализа и решения задач студенты расширяют и углубляют знания, полученные из лекционного курса и учебников, учатся глубже понимать законы и формулы, разбираться в их особенностях, границах применения, приобретают умение применять общие закономерности к конкретным случаям. В процессе решения задач вырабатываются навыки вычислений, работы со справочной литературой, таблицами. Решение задач не только способствует закреплению знаний и тренировке в применении изучаемых законов, но и формирует особый стиль умственной деятельности, особый метод подхода к биохимическим явлениям.

На занятиях используются: 1) задачи-упражнения, помогающие студентам приобрести твердые навыки расчёта и вычислений; 2) задачи для демонстрации практического применения тех или иных законов; 3) задачи для закрепления и контроля знаний; 4) познавательные задачи.

Несмотря на различие в видах задач, их решение можно проводить по следующему общему плану, который надо продиктовать студентам:

1. прочесть условие задачи; посмотреть, все ли термины в условиях задачи известны и понятны (если что-то неясно, следует обратиться к учебнику, посмотреть решения предыдущих задач, посоветоваться с преподавателем);
2. написать схему реакции, если это необходимо;
3. установить, какие законы и соотношения могут быть использованы при решении данной задачи;
4. составить уравнения, которые характеризуют рассматриваемые явления с количественной стороны;
5. решить эти уравнения относительно неизвестных величин, получить ответ.

10. СПЕЦИАЛЬНЫЕ УСЛОВИЯ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ ОБУЧАЮЩИМИСЯ С ИНВАЛИДНОСТЬЮ И ОГРАНИЧЕННЫМИ ВОЗМОЖНОСТЯМИ ЗДОРОВЬЯ

Освоение дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с



использованием специальных технических средств и информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося (мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения и с нарушением слуха, ассистивные информационные технологии).

При необходимости для обучающихся с нарушениями зрения на рабочих местах для проведения практических или лабораторных занятий устанавливается специальное программное обеспечение (программа речевой навигации, речевые синтезаторы, экранные лупы).

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья. В каждой аудитории, где обучаются инвалиды и лица с ограниченными возможностями здоровья, предусматривается соответствующее количество мест для обучающихся с учетом нарушений их здоровья.

Для освоения дисциплины инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется доступ к печатным источникам, имеющимся в научной библиотеке ЧелГУ, с помощью специальных технических средств; доступ с помощью специальных технических и программных средств к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах.

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предоставляются в формах, адаптированных к ограничениям их здоровья и особенностям восприятия информации.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий.

При проведении промежуточной аттестации по дисциплине обучающимся с инвалидностью и с ограниченными возможностями здоровья обеспечивается по их заявлению предоставление в доступной форме в зависимости от их индивидуальных особенностей инструкции о порядке проведения промежуточной аттестации, оценочных средств и возможности ответов на задания (письменно на бумаге, набор ответов на компьютере, письменно шрифтом Брайля, с использованием услуг ассистента, устно).

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья предусматривается использование предоставленных ЧелГУ или собственных технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. При необходимости инвалидам и лицам с ограниченными возможностями здоровья предоставляется дополнительное время для подготовки ответа на задания, процедура оценивания результатов обучения по дисциплине может проводиться в несколько этапов.

