

Документ подписан простой электронной подписью Информация о владельце: ФИО Таскаев Сергей Валерьевич Должность: Ректор Дата подписания: 04.04.2025 13:48:00 Уникальный программный ключ: 04c19ed811658746cb77c486b9e878818723373	МИНISTERСТВО НАУКИ РОССИИ Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Челябинский государственный университет» (ФГБОУ ВО «ЧелГУ») Факультет фундаментальной медицины Кафедра общей и клинической патологии	
Рабочая программа дисциплины 30.05.01 Медицинская биохимия	Основы энзимологии " по направлению подготовки (специальности) Медицинская биохимия направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 1



**УТВЕРЖДАЮ**  
Проректора по учебной работе  
/ В.Е.Федоров  
27 августа 2020 г.

**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 2020

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

Челябинск 2020 г.

**Рабочая программа дисциплины (модуля) принята:**

Ученым советом факультета фундаментальной медицины

Протокол заседания № 1 от «14» июля 2020 г.

Председатель ученого совета факультета  
фундаментальной медицины \_\_\_\_\_

О. Б. Цейликман

Секретарь ученого совета факультета  
фундаментальной медицины \_\_\_\_\_

Н. В. Мальцева

**Рабочая программа дисциплины (модуля) одобрена и рекомендована кафедрой  
общей и клинической патологии**

Протокол заседания № 5 от «14» июля 2020 г.

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_

Д. Б. Сумная

Автор (составитель) д.х.н, профессор

А.В.Белик

**Структура рабочей программы соответствует приказу ректора  
ФГБОУ ВО «ЧелГУ» от «05» декабря 2018 г. № 678-1**

## 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, механизмах действия ферментов, механизмах активации и ингибирования ферментов для более глубокого понимания ферментативных процессов метаболизма.

### 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП

Цикл (раздел) ОПОП: Б1.Б.25

#### 2.1 Требования к предварительной подготовке обучающегося:

Органическая химия

Физическая химия

Цитология и гистология

Биология

Физика

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

Клиническая лабораторная диагностика

Практика по получению профессиональных умений и опыта профессиональной деятельности

Патохимия

Научно-исследовательская практика (НИР)

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

**ОПК-1: готовностью решать стандартные задачи профессиональной деятельности с использованием информационных, библиографических ресурсов, медико-биологической терминологии, информационно-коммуникационных технологий и учетом основных требований информационной безопасности**

#### Знать:

основные электронные ресурсы медико-биологической информации и информации о ферментах.

#### Уметь:

охарактеризовать ферментативный процесс, используя информационные библиографические ресурсы и информационно-коммуникационные технологии.

#### Владеть:

навыками поиска информации о ферментах и ферментативных процессах, навыками использования номенклатуры ферментов, терминологии ферментативного катализа и биохимии.

**ОПК-5: готовностью к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач**

#### Знать:

основные понятия и методы ферментативной кинетики и катализа, номенклатуру ферментов.

#### Уметь:

определять активность и концентрацию ферментов, концентрацию других веществ при помощи ферментов в биологических жидкостях и тканях, используя различные физико-химические методы.

#### Владеть:

навыками обнаружения действия ферментов в биологическом материале и определения их активности.

**ПК-12: способностью к определению новых областей исследования и проблем в сфере разработки биохимических и физико-химических технологий в здравоохранении**

#### Знать:

существующие медицинские технологии, использующие ферменты.

#### Уметь:

определять положение знаний о энзимологических медицинских технологиях в общей структуре медико-биологического знания.

#### Владеть:

навыками определения областей знаний, необходимых для разработки медицинских технологий с применением ферментов.

Рабочая программа дисциплины "Основы энзимологии" по направлению подготовки (специальности) "Медицинская биохимия" направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 5
<b>ПК-13: способностью к организации и проведению научных исследований, включая выбор цели и формулировку задач, планирование, подбор адекватных методов, сбор, обработку, анализ данных и публичное их представление с учетом требований информационной безопасности</b>	
<b>Знать:</b>	
особенности работы с ферментами, принципы ингибирования и активации, подходы к оценке ферментативной активности, методы измерения активности ферментов, способы расчета констант, характеризующих активность ферментов.	
<b>Уметь:</b>	
формулировать задачи в области исследования ферментативных процессов, сравнивать методы определения ферментативной активности и выбрать подходящий для данной задачи, анализировать данные по кинетике ферментативного процесса.	
<b>Владеть:</b>	
навыками выбора метода и условий измерения ферментативной активности.	

**В результате освоения дисциплины обучающийся должен**

<b>3.1</b>	<b>Знать:</b>
3.1.1	классификацию, номенклатуру, структуру и свойства ферментов, механизмы и условия функционирования, принципы ингибирования и активации, подходы к оценке ферментативной активности, способы расчета констант, характеризующих активность ферментов, теоретическую и практическую значимость энзимологии; новейшие достижения и перспективы развития энзимологии.
<b>3.2</b>	<b>Уметь:</b>
3.2.1	классифицировать ферменты по их свойствам, охарактеризовать свойства ферментов по их коду классификации, подобрать оптимальные условия для протекания ферментативного процесса, рассчитывать константы, характеризующие активность ферментов, подобрать ингибитор и активатор для ферментативного процесса, провести количественную оценку ферментного препарата.
<b>3.3</b>	<b>Владеть:</b>
3.3.1	навыки обнаружения действия ферментов в биологическом материале и определения их активности; навыками выполнения лабораторных и научно-исследовательских работ по энзимологии.

**4. ОБЪЕМ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Общая трудоемкость	<b>4 ЗЕТ</b>
Часов по учебному плану : 144 в том числе : аудиторные занятия : 64 самостоятельная работа : 80 :	Виды контроля в семестрах:  зачеты 6

**5. СТРУКТУРА И СОДЕРЖАНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ (МОДУЛЯ)**

Код занятия	Наименование разделов и тем /вид занятия/	Семестр / Курс	Часов	Литература
	<b>Раздел 1. Структурная организация ферментов</b>			
1.1	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. Catalytic Site Atlas. Молекулярные аспекты специфичности ферментов. Теории сродства фермента и субстрата. Природа физико-химических взаимодействий молекул субстрата с активными центрами ферментов. Термодинамика конформационных изменений фермента. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
1.2	Базы данных ферментов. Catalytic Site Atlas. Brenda. Поиск данных отдельных ферментов. Кинетические кривые. Определение начальной скорости ферментативной реакции из кинетической кривой. Обработка кинетических кривых в Excel. /Лаб/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7

Рабочая программа дисциплины "Основы энзимологии" по направлению подготовки (специальности) "Медицинская биохимия" направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 6
1.3	Решение задач. Обработка экспериментальных данных в Excel. Определение кинетических данных в базах данных. /Ср/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
<b>Раздел 2. Классификация ферментов</b>				
2.1	Место энзимологии среди других предметов. История открытия ферментов. Локализация ферментов в клетках и тканях живых организмов. База данных ферментов. Brenda. Kegg. Принципы классификации ферментов. Шифр фермента. Характеристика класса оксидоредуктаз. Подклассы, наиболее важные представители и энергетическое значение катализируемых оксидоредуктазами реакций. Механизмы реакций ферментативного окисления и восстановления субстратов. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
2.2	Характеристика класса гидролаз. Роль реакций гидролиза в процессах катаболизма, протекающих в живых тканях и в пищевом сырье. Особенности строения и механизмы действия гидролаз. Лиазы. Особенности каталитического действия. Важнейшие представители. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
2.3	Трансферазы. Важнейшие представители этого класса и механизмы их действия. Биологическое значение трансферазных реакций. Коферменты трансфераз. Изомеразы. Роль реакций изомерного превращения в биологических процессах. Механизм действия изомераз, примеры реакций. Синтетазы. Механизмы действия. Зависимость от источников энергии. Значение в процессах анаболизма. Отдельные представители. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
2.4	Самостоятельное изучение материалов по теме "Классификация ферментов". /Ср/	6	10	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
<b>Раздел 3. Механизм действия ферментов. Ферментативный катализ</b>				
3.1	Теории катализа. Отличительные черты ферментативного катализа. Эффективность действия ферментов. Теория Михаэлиса – Ментен. Константы ферментативной реакции. Методы определения активности ферментов. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1
3.2	Уравнения ферментативной реакции Михаэлиса – Ментен. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата. Определение максимальной скорости субстрата. Сравнение полученных данных с данными в базах данных. /Лаб/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
3.3	Решение задач. Обработка экспериментальных данных в Excel. /Ср/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7
<b>Раздел 4. Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций</b>				
4.1	Влияние температуры и pH среды на активность ферментов. Специфические факторы, повышающие активность ферментов. Классификация, механизмы действия. Роль анионов и катионов металлов в активации ферментов. Механизм активирующего действия восстановленного глутатиона на тиоловые ферменты. Аллостерическая регуляция активности фермента, действие промежуточных и конечных продуктов реакции. Регуляция скорости многоэтапных биохимических процессов путем обратной отрицательной связи. Ингибиторы ферментов: классификация, механизмы действия. /Лек/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2
4.2	Решение задач по теме "Определение термодинамических параметров конформационных изменений". /Лаб/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6 Э7

Рабочая программа дисциплины "Основы энзимологии" по направлению подготовки (специальности) "Медицинская биохимия" направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 7
4.3	Ионогенные группы активного центра ферментов. Изменение суммарного заряда аминокислот в зависимости от pH. Изoeлектрическая точка. Решение ситуационных задач. Изучение pH- зависимостей. /Лаб/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
4.4	Подготовка к лабораторным занятиям по разделу "Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций", решение задач. /Ср/	6	6	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
<b>Раздел 5. Методы определения активности ферментов</b>				
5.1	Классификация ферментов. /Лаб/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
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 Лайнувера – Берка. Обработка экспериментальных данных в Excel. Сравнение полученных данных с данными в базах данных. /Лаб/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
5.3	Решение задач: определение кинетических констант графическим методом. Подготовка к лабораторным занятиям по теме раздела "Методы определения активности ферментов". /Ср/	6	12	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
5.4	Определение кинетических констант ферментативной реакции на примере выполненных задач. Обработка экспериментальных данных методом Лайнувера-Берка, Иди- Хофсти. Способы выражения ферментативной активности. Сравнение каталитической активности и субстратной специфичности в образцах. Факторы, влияющие на активность ферментов. Определение констант диссоциации ионогенных групп по pH-зависимости. /Лаб/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
5.5	Обработка разнородных экспериментальных данных, выраженных в различных единицах. Определение кинетических констант, сравнение констант для разных образцов методом Лайнувера- Берка и Иди- Хофсти. /Лаб/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
5.6	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/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
5.7	Методы определения концентрации белка. Решение ситуационных задач. /Лаб/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
5.8	Выполнение домашних заданий по теме раздела: решение ситуационных задач, обработка кинетических данных в Excel. /Ср/	6	20	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
<b>Раздел 6. Регуляция активности ферментов</b>				
6.1	Решение ситуационных задач по теме раздела "Регуляция активности ферментов". Обработка кинетических данных. Определение типа ингибирования. /Лаб/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
6.2	Определение типа ингибирования методом Диксона. /Лаб/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
6.3	Зависимость типа ингибирования от концентрации ингибитора. Решение ситуационных задач графическим методом в Excel. /Лаб/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6

Рабочая программа дисциплины "Основы энзимологии" по направлению подготовки (специальности) "Медицинская биохимия" направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»				стр. 8
6.4	Расчет констант ингибирования. Ингибирование продуктом реакции. /Лаб/	6	2	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
6.5	Ферменты, не подчиняющиеся кинетике Михаэлиса-Ментен. Обработка экспериментальных данных в Excel. Определение коэффициента Хилла. Определение коэффициента крутизны Кошланда. /Лаб/	6	4	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
6.6	Подготовка по теме раздела "Регуляция активности ферментов". /Ср/	6	18	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6
6.7	Ингибирование. Определение типа ингибирования. Ингибирование продуктом. Метод Диксона. Аллостерическая регуляция. Коэффициент Хилла. Определение активности при помощи сопряженных реакций. /Лаб/	6	8	Л1.1 Л1.2 Л1.3Л2.1 Л2.2 Э1 Э2 Э3 Э4 Э5 Э6

## 6. ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ

### 6.1. Перечень видов оценочных средств

Устный опрос (для текущего контроля)  
Ситуационные задачи (для текущего контроля)  
Тесты (для зачета)

### 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  $[S] = 3 \times 10^{-5}$  М какая доля молекул фермента связана с субстратом в присутствии  $10^{-4}$  М ингибитора? В отсутствие его?

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

Таблица 5

Влияние D2O на реакцию гидролиза этилового эфира N-ацетил-L-триптофана, катализируемого альфа- химотрипсином.

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

pD ккат, сек<sup>-1</sup>

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)  $\beta$  – 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);

Рабочая программа дисциплины "Основы энзимологии" по направлению подготовки (специальности) "Медицинская биохимия" направленности (профилю) Медицинская биохимия ФГБОУ ВО «ЧелГУ»	стр. 10
<p>- оценка «удовлетворительно» выставляется студенту, если задание выполнено на 70-80% (базовый уровень освоения проверяемых компетенций);</p> <p>- оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если задания выполнено менее чем на 70% (недостаточный уровень освоения проверяемых компетенций);</p> <p>Высокий уровень, средний уровень, базовый уровень – «зачтено»; недостаточный уровень – «незачтено».</p>	

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

### 7.1. Рекомендуемая литература

#### 7.1.1. Основная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л1.1		Медицинская энзимология: практикум ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563155">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563155</a> )	Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет (СКФУ), 2018	ЭБС
Л1.2	Шлейкин А. Г., Скворцова Н. Н., Бландов А. Н.	Прикладная энзимология: учебное пособие ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564022">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564022</a> )	Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019	ЭБС
Л1.3	Плакунов В.К.	Основы энзимологии: учебное пособие ( <a href="http://znanium.com/catalog/document?id=367498">http://znanium.com/catalog/document?id=367498</a> )	Москва : Издательская группа "Логос", 2020	ЭБС

#### 7.1.2. Дополнительная литература

	Авторы, составители	Заглавие	Издательство, год	Ресурс
Л2.1	Опарин А. И.	Ферменты, их роль и значение в жизни организмов: монография ( <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469756">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=469756</a> )	Москва Петроград : Изд-во Л.Д. Френкель, 1923	ЭБС
Л2.2	Диксон М., Уэбб Э., Гинодман Л. М., Левянт М. И., Антонов В. К., Браунштейн А. Е.	Ферменты: в 3 томах	Москва: Мир,	

### 7.2. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети "Интернет"

Э1	KEGG: Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes/ <a href="http://www.kegg.jp">www.kegg.jp</a> <a href="http://www.kegg.jp">www.kegg.jp</a>
Э2	Protein Data Bank - <a href="http://www.rcsb.org/">http://www.rcsb.org/</a> <a href="http://www.rcsb.org">www.rcsb.org</a>
Э3	BRENDA (The Comprehensive Enzyme Information System) - <a href="https://www.brenda-enzymes.org/">https://www.brenda-enzymes.org/</a> <a href="http://www.brenda-enzymes.org">www.brenda-enzymes.org</a>
Э4	ExPASy (bioinformatics resource portal operated by the SIB Swiss Institute of Bioinformatics and in particular the SIB Web Team) - <a href="https://www.expasy.org/">https://www.expasy.org/</a> <a href="http://www.expasy.org">www.expasy.org</a>
Э5	IntEnz (Integrated relational Enzyme database) - <a href="https://www.ebi.ac.uk/intenz/index.jsp">https://www.ebi.ac.uk/intenz/index.jsp</a> <a href="http://www.ebi.ac.uk/intenz/index.jsp">www.ebi.ac.uk/intenz/index.jsp</a>
Э6	MetaCyc (one of the largest metabolic pathways and enzymes databases currently available) - <a href="https://metacyc.org/">https://metacyc.org/</a>
Э7	База данных каталитических центров ферментов <a href="https://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/m-csa/">https://www.ebi.ac.uk/thornton-srv/m-csa/</a>

### 7.3 Перечень информационных технологий

#### 7.3.1 Программное обеспечение

Adobe Connect Acrobat
MS Office365
LMS Moodle

#### 7.3.2 Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы

Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU ( <a href="https://elibrary.ru/defaultx.asp?">https://elibrary.ru/defaultx.asp?</a> ) eLIBRARY.RU: научная электронная библиотека: сайт. – Москва, 2000 –. – URL: <a href="https://elibrary.ru">https://elibrary.ru</a> . – 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 голо информационных технологий, предоставляемых Ресурсным учебно-методическим центром по обучению инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья ЧелГУ по запросу обучающегося.

1. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями зрения: портативный компьютер с вводом/выводом шрифтом Брайля с синтезатором речи «ElBraille-W14J G2»; ноутбуки с программной экранного доступа NVDA; электронные увеличители для удаленного просмотра; видеувеличители портативные; тифлоплеер; цифровые диктофоны.

2. Мобильные специальные технические средства для лиц с нарушениями слуха: система свободного звукового поля со встроенной совместимостью с FM-устройствами; радиоклассы «Сонет-PCM» с передатчиком, заушным индуктором и индукционной петлей; система информационная для слабослышащих переносная «Исток» А2 со встроенным плеером – звуковым информатором; документ-камера; программируемые слуховые аппараты индивидуального пользования.

3. Ассистивные информационные технологии: программное обеспечение экранного доступа с синтезом речи NVDA; программы экранного увеличения; программы речевого синтеза для компьютеров и ноутбуков; программы речевого синтеза для мобильных устройств; экранная клавиатура; экранная лупа.

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

В учебные аудитории обеспечивается беспрепятственный доступ для обучающихся инвалидов и обучающихся 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 к электронным источникам, представленным в форме электронного документа в фонде научной библиотеки ЧелГУ или электронно-библиотечных системах, с помощью специальных технических и программных средств (рабочее место для незрячего пользователя с программным обеспечением экранного доступа с синтезом речи NVDA, рабочее место с компьютерным роллером и клавиатурой Clevy с большими кнопками и с разделяющей клавиши накладкой).

Учебно-методические материалы для обучающихся из числа инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья 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 шрифтом 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.

Для инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья освоение дисциплины может быть частично или полностью осуществлено с использованием дистанционных образовательных технологий (Moodle, Adobe Connect Pro и пр.).

В освоении дисциплины инвалидами и лицами с ограниченными возможностями здоровья используется индивидуальная работа. Под индивидуальной работой подразумевается две формы взаимодействия с преподавателем: индивидуальная учебная работа (консультации), т.е. дополнительное разъяснение учебного материала и углубленное изучение материала с теми обучающимися, которые в этом заинтересованы, и индивидуальная воспитательная работа. Индивидуальные консультации направлены на индивидуализацию обучения и установлению воспитательного контакта между преподавателем и обучающимся инвалидом или обучающимся с ограниченными возможностями здоровья.

При проведении процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья по дисциплине обеспечивается выполнение следующих дополнительных требований в зависимости от индивидуальных особенностей, обучающихся:

- а) инструкция по порядку проведения процедуры оценивания предоставляется в доступной форме (устно, в письменной форме, в письменной форме шрифтом Брайля, устно с использованием услуг сурдопереводчика);
- б) доступная форма предоставления заданий оценочных средств (в печатной форме, в печатной форме увеличенным шрифтом, в печатной форме шрифтом Брайля, в форме электронного документа, задания зачитываются ассистентом, задания предоставляются с использованием сурдоперевода);
- в) доступная форма предоставления 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 технических средств, необходимых им в связи с их индивидуальными особенностями. Эти средства могут быть предоставлены ЧелГУ или могут использоваться собственные технические средства. 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.

Проведение процедуры оценивания результатов обучения инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья допускается с использованием дистанционных образовательных технологий.