

МИНОБРНАУКИ РОССИИ
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»
(ФГБОУ ВО «ВГУ»)

УТВЕРЖДАЮ

Заведующий кафедрой
медицинской биохимии и микробиологии



Т.Н. Попова

30.05.2023г.

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
Б1.В.04 Медицинская энзимология

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:**
06.03.01 Биология
- 2. Профиль подготовки/специализация:** Биомедицина
- 3. Квалификация (степень) выпускника:** Бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра медицинской биохимии и микробиологии
- 6. Составители программы:**
Попова Т.Н., д.б.н., профессор,
Рахманова Т.И., к.б.н., доцент;
Веровкин А.Н., к.б.н., доцент
- 7. Рекомендована:**
НМС медико-биологического факультета, протокол № 4 от 29.05.2023
- 8. Учебный год:** 2024/2025

Семестр: 4

9. Цели и задачи учебной дисциплины: Цель – научить бакалавра применять при изучении последующих дисциплин и при профессиональной деятельности сведения об особенностях регуляции клеточного метаболизма на ферментативном уровне в условиях нормы и при патологических состояниях.

Задачи - обеспечить наличие у студента в результате изучения данного курса: знаний различных энзимопоказателей в клинической лабораторной диагностике; понимание свойств и химико-физических механизмов регуляции активности ферментов; знаний о ферментативной активности сыворотки крови; понимание клинко-диагностического значения определения отдельных ферментов.

10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Медицинская энзимология» относится к вариативной части Блока 1 Дисциплины (модули) Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по направлению подготовки 06.03.01 Биология.

11. Планируемые результаты обучения по дисциплине/модулю (знания, умения, навыки), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями) и индикаторами их достижения:

Код	Название компетенции	Код(ы)	Индикатор(ы)	Планируемые результаты обучения
ПК-1	Способен проводить сбор, анализ и обработку научно-технической (научной) информации, необходимой для решения профессиональных задач, поставленных специалистом более высокой квалификации	ПК-1.1	Обеспечивает сбор научно-технической (научной) информации, необходимой для решения задач исследования, поставленных специалистом более высокой квалификации	<p>Знать: основные базы данных, содержащих научно-технической (научной) информации.</p> <p>Уметь: анализировать биологическую информацию.</p> <p>Владеть: навыками анализа методологических проблем, возникающих при решении профессиональных задач, в том числе в междисциплинарных областях.</p>
ПК-2	Способен проводить отдельные виды исследований в рамках поставленных задач по стандартным методикам	ПК-2.2	Проводит исследование в соответствии с установленными полномочиями, составляет его описание и фиксирует результаты	<p>Знать: основы ферментативного катализа и современные практические подходы к изучению функционирования ферментов - биологических катализаторов, обеспечивающих протекание и регуляцию биохимических процессов в организме и при патологии.</p> <p>Уметь: осознанно выбирать наиболее адекватные поставленным задачам методы; теоретически применять ферменты в качестве диагностических средств и лечебных препаратов, а также в качестве инструментов при биотехнологическом производстве лекарственных препаратов и пищевых веществ.</p> <p>Владеть: понятиями основных физико-химических механизмов регуляции активности ферментов; знаниями о биологической роли ферментов и механизме их действия; знаниями о спектре возможностей каждого метода и способах его оптимизации в соответствии с задачей.</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 4/144.

Форма промежуточной аттестации 4 семестр – экзамен

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			4 семестр	
Аудиторные занятия				
в том числе:	лекции	32	32	
	практические			
	лабораторные	16	16	
Самостоятельная работа		60	60	
в том числе: курсовая работа				
Форма промежуточной аттестации		36	36	
Итого:		144	144	

13.1. Содержание дисциплины

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУК*
1. Лекции			
1.1	Медицинская энзимология как самостоятельная дисциплина: цель и задачи. Общая характеристика ферментативных реакций.	Задачи медицинской энзимологии и ее сферы — энзимодиагностика, энзимопатология, энзимотерапия. Классификация энзимопатий. Направления развития медицинской энзимологии. Значимость энзимопоказателей для диагностики. Общие свойства катализаторов, присущие ферментам и особенности, отличающие их от обычных катализаторов. Значение исследования ферментных констелляций. Учет особенностей биосистем при энзимодиагностике. Понятие о гипоферментами, дисферментами и гиперферментами. Факторы доаналитического этапа, влияющие на активность ферментов	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
1.2	Методика работы с ферментами	Общие правила работы с ферментами. Стабилизация ферментов. Методика работы с ферментами. Измерение скорости ферментативных реакций, типы методов, используемых при изучении ферментативных реакций (Методы количественного изучения ферментативных реакций Спектрофотометрические методы. Флуоресцентные методы Манометрические методы Электродные методы полярографическим методом Поляриметрические методы Методы с отбором проб, хроматографии) Способы выражения активности ферментов. Способы определения активности ферментов тест Варбурга.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
1.3.	Ферменты как биологические катализаторы.	Общая характеристика ферментов: активный центр, каталитический центр, адсорбционный центр, консервативные мотивы, аллостерический центр. Специфичность ферментов: субстратная специфичность, абсолютная субстратная специфичность, групповая субстратная специфичность, стереоспецифичность. Каталитическая специфичность. Классы ферментов. Каталитическая эффективность. Лабильность ферментов. Способность ферментов к регуляции.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
1.4	Кинетика ферментативных	Ионы металлов как кофакторы. Роль металлов в	Курс

	реакций. Кофакторы ферментов. Механизм действия ферментов	присоединении субстрата в активном центре фермента. Ионы металлов - стабилизаторы молекулы субстрата. Ионы металлов - стабилизаторы активного центра фермента. Роль металлов в стабилизации третичной и четвертичной структуры фермента. Ионы металлов как кофакторы. Роль металлов в ферментативном катализе. Участие в электрофильном катализе. Участие в окислительно-восстановительных реакциях. Роль металлов в регуляции активности ферментов. Коферменты - кофакторы органической природы. Мультисубстратные реакции. Механизм "пинг-понг". Последовательный механизм. Механизм упорядоченного взаимодействия субстрата с активным центром фермента. Механизм случайного взаимодействия субстрата с активным центром фермента.	«Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
		Энергетические изменения при химических реакциях. Энергия активации. Этапы ферментативного катализа. Формирование фермент-субстратного комплекса. Роль активного центра в ферментативном катализе. Молекулярные механизмы ферментативного катализа. Кислотно-основной катализ. Ковалентный катализ.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
1.5	Влияние ингибиторов и активаторов на скорость протекания ферментативной реакции	Ингибирование ферментативной активности. Обратимое ингибирование: конкурентное, неконкурентное, смешанное, бесконкурентное ингибирование, ингибирование избытком субстрата. Ингибирование продуктом Необратимое ингибирование, Физико-химические механизмы регуляции активности ферментов: конститутивными индуцибельные. Определение типа и констант ингибирования Ферменты - самоубийцы Активация ферментов. Активаторы. Либераторы Аллостерические эффекты: Согласованный механизм аллостерических взаимодействий (модель Моно, Уаймена и Шанже) Механизм взаимодействия по модели согласованного механизма аллостерического взаимодействия Последовательный механизм аллостерического взаимодействия (модель Кошланда, Немети и Филмера) Признаки аллостерических ферментов. Сборка мультиферментных комплексов на субклеточных структурах. Регуляция активности ферментов путем ковалентной модификации. Роль избирательного протеолиза в формировании активных центров ферментов. Множественные молекулярные формы ферментов Контроль экспрессии ферментов в бактериальной системе Контроль метаболитами Индукция субстратом Репрессия продуктом Действие глюкозы Дegrаdация ферментов	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
1.6	Биологические катализаторы особого типа	РИБОЗИМЫ Классификация рибозимов Свойства рибозимов Стабильность рибозимов в биологических жидкостях Адресная доставка искусственных рибозимов Адресная доставка с липидными носителями Исследование функционирования рибозимов in vivo. Рибозимы как лекарственные средства. Рибозимы: лечение вирусных заболеваний (СПИД) АБЗИМЫ (КАТАЛИТИЧЕСКИЕ АНТИТЕЛА) Черты сходства и отличия в структуре ферментов и	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671

		антител и в характере их взаимодействия со специфическими лигандами Экспериментальные подходы, используемые для выработки каталитических антител	
1.7	Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов	Алкогольдегидрогеназа Альдолаза Альфа-амилаза Глутатионредуктаза Глутатионпероксидаза Глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа Изоцитратдегидрогеназа Каталаза Креатинкиназа Лактатдегидрогеназа Лейцинаминопептидаза Липаза 5-Нуклеотидаза Сорбитолдегидрогеназа Супероксиддисмутаза Фосфатазы. Щелочная фосфатаза Кислая фосфатаза Тартрат-резистентная кислая фосфатаза (TRACP 5B) Холинэстераза Эластаза	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
1.9	Ферменты как аналитические реагенты в клинической химии	Ферменты как реактивы для количественного определения других веществ, являющихся субстратами дегидрогеназ (малат, лактат, сукцинат и т.д.). Использование для определения глюкозы, триглицеридов, других ферментов, электролитов и др.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
1.9	Некоторые аспекты энзимотерапии	Использование очищенных препаратов ферментов, коферментов и регулирующих их активность ингибиторов и активаторов в качестве терапевтических средств.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
2. Лабораторные работы			
2.1	Методика работы с ферментами	Техника безопасности. Спектрофотометрический метод определения активности дегидрогеназ. Оптический тест Варбурга.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
2.2	Кинетика ферментативных реакций. Кофакторы ферментов. Механизм действия ферментов	Зависимость скорости ферментативной реакции от количества ферментов, pH, температуры. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата, определение константы Михаэлиса-Ментен по экспериментальным точкам.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
		Формирование фермент-субстратного комплекса Теория Фишера (модель "жесткой матрицы", "ключ-замок"). Теория Кошланда (модель "индуцированного соответствия", "рука-перчатка"). Последовательность событий в ходе ферментативного катализа Семинарское занятие на тему: «Биосинтез ферментов. Контроль биосинтеза ферментов. Деградация ферментов. Мультиферментные комплексы».	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
2.3	Влияние ингибиторов и активаторов на скорость	Ингибиторы и активаторы ферментативной реакции. Определение типа и константы	Курс «Медицинская

	протекания ферментативной реакции	ингибирования по экспериментальным точкам.	энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
2.5	Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов	Определение активности альфа-амилазы, аминотрансфераз, креатинкиназы, лактатдегидрогеназы в сыворотке крови.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671
2.6	Ферменты как аналитические реагенты в клинической химии	Определение активности аспаратаминотрансферазы по сопряженной реакции с помощью малатдгидрогеназы.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671

13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Медицинская энзимология как самостоятельная дисциплина: цель и задачи. Общая характеристика ферментативных реакций.	2			6	8
2	Методика работы с ферментами	2		2	4	8
3	Ферменты как биологические катализаторы.	2			6	8
4	Кинетика ферментативных реакций. Кофакторы ферментов. Механизм действия ферментов	4		4	10	18
5	Влияние ингибиторов и активаторов на скорость протекания ферментативной реакции	2		2	4	8
6	Биологические катализаторы особого типа	2			10	12
7	Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов	14		6	10	30
8	Ферменты как аналитические реагенты в клинической химии	2		2	4	8
9	Некоторые аспекты энзимотерапии	2			6	8
	Итого:	32		16	60	108

14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины:

При реализации дисциплины могут использоваться элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии

Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы, учебно-методических пособий.

На практических занятиях студенты либо индивидуально, либо в составе малых групп выполняют учебную работу. В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки, необходимые для проведения ряда клинических лабораторных исследований на молекулярном уровне и формулировки выводов о морфофункциональном, физиологическом состоянии и патологических процессах в организме человека на основе современных технологий, используемых в диагностике и терапии, а также для проведения анализа результатов, полученных в ходе работы с информационными базами данных, имеющими практическое значение для выявления новых областей исследования и проблем в сфере разработки биохимических и физико-химических технологий в медицине и здравоохранении, в том числе с применением IT- технологий, элементов цифровизации и «сквозных» технологий.

Результаты работы, включая необходимые расчеты, заключения и выводы, ответы на вопросы (задания) оформляются в рабочей тетради студента. В конце лабораторного занятия результаты и материалы проделанной работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе (отчет о лабораторном занятии). В случаях пропуска лабораторного занятия по каким-либо причинам студент обязан выполнить определенное задание под контролем преподавателя во время самостоятельной работы.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов, формирования компетенций.

Текущие аттестации включают в себя регулярные отчеты студентов по практическим работам, выполнение тестовых и иных заданий по соответствующим разделам.

При подготовке к текущей аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат, закрепляют теоретические знания.

Планирование и организация текущей аттестации знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств.

Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся.

Формой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся является экзамен в 4 семестре.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации.

Лица с нарушением слуха на лекционных занятиях и лабораторных занятиях при необходимости могут находиться с ассистентом, а также сурдопереводчиком и тифлосурдопереводчиком.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушением зрения допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекционных занятиях и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента.

При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости, время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Лица с нарушениями опорно-двигательного аппарата с учетом состояния их здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно. На лекционных занятиях и

лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента.

Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура экзамена может быть реализована дистанционно.

15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Северин, Е. С. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-3762-9. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html
2.	Биссвангер, Х. Практическая энзимология = Practical Enzymology [Электронный ресурс] : учеб. пособие / пер.: Т.П. Мосолова, Х. Биссвангер .— 4-е изд., электрон. — М. : Лаборатория знаний, 2021 .— 331 с. : ил. — (Методы в биологии) .— Пер. с англ.; Дериватив. изд. на основе печ. аналога (М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2010); Электрон. текстовые дан. (1 файл pdf : 331 с.); Систем. требования: Adobe Reader XI; экран 10" .— ISBN 978-5-00101-100-2 .— Режим доступа: https://rucont.ru/efd/443342
3.	Ферментативный катализ [Электронный ресурс] : учебное пособие для вузов / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: Т.Н. Попова, Т.И. Рахманова, А.А. Агарков .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 .— http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-04.pdf .
4.	Медицинская энзимология : учебное пособие / Воронеж. гос. ун-т; сост.: Т.Н. Попова, Рахманова, С.С. Попов; [науч. ред. М.А. Наквасина] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2008 .— 63 с. : ил., табл. — 1 эк. ксерокопия .— Библиогр.: с. 63 .— http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-149.pdf .

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
5.	Бендер М. Биоорганическая химия ферментативного катализа / М. Бендер, Р. Бергерон, М. Комяма. – М.: Мир, 1987. — 352 с.
6.	Березов, Т.Т. Биологическая химия / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин .— Москва : Медицина, 2008 .— http://www.studmedlib.ru/book/ISBN5225046851.html .
7.	Диксон М. Ферменты: в 3 т. / М. Диксон, Э. Уэбб. - М.: Мир, 1982. - Т. 3. - 605с.
8	Жеребцов Н. А. Биохимия : учебник / Н. А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов.- Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002.- 696 с
9	Камкин А.Г. Физиология и молекулярная биология мембран клеток : [учебное пособие для студ. мед. вузов] / А.Г. Камкин, И.С. Киселева .— М. : Academia, 2008 .— 584 с.
10	Полторац О.М. Физико-химические основы ферментативного катализа / О.М. Полторац, Е.С. Чухрай - М.: Высшая школа, 1970 - 360 с,
11	Чиркин, Александр Александрович. Биохимия : учебное руководство : [учебное пособие для студ. и магистрантов вузов по биол. и мед. специальностям] / А.А. Чиркин, Е.О. Данченко .— Москва : Медицинская литература, 2010 .— 605 с. : ил., табл. — Библиогр.: с. 604-605

в) информационные электронно-образовательные ресурсы (официальные ресурсы интернет)*:

№ п/п	Источник
12	Электронная библиотека ВГУ. – URL: http://www.lib.vsu.ru
13	Полнотекстовая база «Университетская библиотека» – образовательный ресурс. – http://www.biblioclub.ru (Контракт № 3010-06/05-20 от 28.12.2020)
14	Полнотекстовая база «Консультант студента» - образовательный ресурс. – https://www.studentlibrary.ru (Контракт № 3010-06/06-20 от 28.12.2020)
15	ЭБС «Издательство Лань» (Контракт №3010-06/04-21 от 10.03.2021)
16	Национальный цифровой ресурс «РУКОНТ» (Договор ДС-208 от 01.02.2021)
17	MOLBIOL. RU – Классическая и молекулярная биология (http://www.molbiol.ru).
18	National Center for Biotechnology Information /US National Library of Medicine (http://www.pubmed.com).
19	Тотальные ресурсы
20	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671

11. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Шлейкин, А.Г. Прикладная энзимология : учебное пособие : [16+] / А.Г. Шлейкин, Н.Н. Скворцова, А.Н. Бландов ; Университет ИТМО. – Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2019. – 163 с. : ил. – Режим доступа: .— URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=564022

2	Медицинская энзимология : практикум : [16+] / авт.-сост. С.Ф. Андрусенко, Е.В. Денисова ; Северо- Кавказский федеральный университет. – Ставрополь : Северо-Кавказский Федеральный университет(СКФУ), 2018. – 145 с. : ил. – Режим доступа:– URL: https://biblioclub.ru/index.php?page=book&id=563155
3	Методы физико-химической и молекулярной биологии : уч. пособие / О.А.Сафонова, Л.В.Матасова, А.В.Семенихина, Т.И.Рахманова, К.К.Шульгин, А.А.Агарков, Т.Н.Попова // Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2014. – 258 с. – Режим доступа:– URL: http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m13-236.pdf

17. Образовательные технологии, используемые при реализации учебной дисциплины, включая дистанционные образовательные технологии (ДОТ, электронное обучение (ЭО), смешанное обучение):

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии.

В образовательном процессе на кафедре используются:

1. Информационные технологии – обучение в электронной образовательной среде с целью расширения доступа к образовательным ресурсам, объективного контроля и мониторинга знаний студентов: обучающие компьютерные программы, тестирование.
2. Case-study – анализ случаев, имевших место в практике, и поиск вариантов лучших решений возникших проблем: ситуационные задачи
3. Обучение на основе опыта – активизация познавательной деятельности обучающегося за счет ассоциации и собственного опыта с предметом изучения.
4. Междисциплинарное обучение – использование знаний из разных областей, их группировка и концентрация в контексте решаемой задачи.
5. Опережающая самостоятельная работа - изучение обучающимися нового материала до его изучения в ходе аудиторных занятий.

WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, Office Standard, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса
Веб-браузер Google Chrome

18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория : специализированная мебель, набор лабораторной посуды и штативов, вытяжной шкаф, холодильник-морозильник Stinol, термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ

Учебная аудитория: специализированная мебель, дозаторы, лабораторная посуда, шприцы, проектор EpsonEMP-X52, ноутбук SamsungNP-RV410 S01R, спектрофотометр СФ-56А, спектрофотометр СФ-26, рН-метр Анион 4102, торсионные весы Techniprot T1, T3, T4
WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmc, Office Standard 2019 Single OLV NL Each
AcademicEdition Additional Product, Kaspersky Endpoint Security для бизнеса - Расширенный Russian Edition, Веб-браузер Google Chrome, Веб-браузер Mozilla Firefox

19. Оценочные средства для проведения текущей и промежуточной аттестаций

Порядок оценки освоения обучающимися учебного материала определяется содержанием следующих разделов дисциплины:

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
1	Медицинская энзимология как самостоятельная дисциплина: цель и задачи. Общая характеристика ферментативных реакций.	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-2.2	Вопросы к разделу Тесты. Ситуационные задачи.
2	Методика работы с ферментами	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-2.2	Вопросы к разделу Тесты. Ситуационные задачи. Практическое задание.

3	Ферменты как биологические катализаторы.	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-2.2	Вопросы к разделу Тесты. Ситуационные задачи. Практическое задание.
4	Кинетика ферментативных реакций. Кофакторы ферментов. Механизм действия ферментов	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-2.2	Вопросы к разделу Тесты. Ситуационные задачи. Практическое задание.
5	Влияние ингибиторов и активаторов на скорость протекания ферментативной реакции	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-2.2	Вопросы к разделу Тесты. Ситуационные задачи. Практическое задание.
6	Биологические катализаторы особого типа	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-2.2	Вопросы к разделу Тесты. Ситуационные задачи.
7	Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-2.2	Вопросы к разделу Тесты. Ситуационные задачи. Практическое задание.
8	Ферменты как аналитические реагенты в клинической химии	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-2.2	Вопросы к разделу Тесты. Ситуационные задачи. Практическое задание.
9	Некоторые аспекты энзимотерапии	ПК-1, ПК-2	ПК-1.1, ПК-2.2	Вопросы к разделу Тесты. Ситуационные задачи.
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Перечень вопросов Практическое задание

20. Типовые оценочные средства и методические материалы, определяющие процедуры оценивания

20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств: устный опрос по вопросам и/или тестирование, оформление и защита лабораторных работ, решение ситуационных задач.

Примеры вопросов для текущего контроля:

1. Энзимодиагностика как часть медицинской энзимологии.
2. Энзимотерапия как часть медицинской энзимологии.
3. Энзимопатология как часть медицинской энзимологии.
4. Ферментативная активность сыворотки крови.
5. Понятие и значение исследований ферментных констелляций в диагностике различных заболеваний.
6. Значение доаналитического этапа в исследовании активности ферментов.

Критерии оценки:

«Отлично»– ответ в полной мере раскрывает тему, студент отвечает на все дополнительные вопросы.

«Хорошо»– ответ раскрывает тему, но требует дополнений, обучающийся отвечает на все дополнительные вопросы.

«Удовлетворительно»– ответ раскрывает тему, но требует дополнений, обучающийся не может ответить на большую часть дополнительных вопросов.

«Неудовлетворительно» – ответ не раскрывает тему, обучающийся не может ответить на большую часть дополнительных вопросов.

«Неудовлетворительно»– ответ не раскрывает поставленный вопрос, неверно истолкованы термины, не затронуты ключевые вопросы.

Примеры практических заданий

Тема занятия: Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов.

Цель работы: овладеть методам определения каталитической активности α -амилазы в сыворотке крови .

Задание . Определить активность амилазы в сыворотке крови

Ход работы представлен в таблице

Таблица. Ход определения амилазы в сыворотке крови

Реагенты, мл	Проба	Контроль
Субстрат (№1)	1,0	1,0
Подогревают 5 мин при 37 ⁰ С		
Сыворотка	0,1	-
Дистиллированная вода	-	0,1
Инкубируют точно 15 мин при 37 ⁰ С		
Осаждающий реактив (№2)	2,0	2,0
Перемешивают. Через 15 мин центрифугируют 5 мин. при 3000 об/мин. или фильтруют. Измеряют оптическую плотность надосадочной жидкости пробы (А) против надосадочной жидкости контроля. Длина волны 590 нм.		

Расчет. Каталитическую концентрацию α -амилазы находят по приложенной калибровочной таблице, исходя из полученной оптической плотности (А).

Тема занятия: Влияние ингибиторов и активаторов на скорость протекания ферментативной реакции.

Цель работы: Отработать навык определения типа ингибирования.

Задание . Определить K_m и V_{max} в присутствии и отсутствии ингибитора, исходя из данных, приведенных в таблице. Установить тип ингибирования.

[S], мМ	v, ммоль/мин	
	контроль	ингибитор
1,25	1,72	0,98
1,67	2,04	1,17
2,50	2,63	1,47
5,00	3,33	1,96
10,00	4,12	2,38

Критерии оценки:

Критериями оценивания компетенций (результатов) являются:

- подготовка к занятию (оформление занятия в рабочей тетради в соответствии с методическими рекомендациями);
- ответы на устные вопросы по теме занятия и содержанию лабораторной работы;
- активность и самостоятельность при выполнении задания;
- оформления результатов в соответствии с методическими рекомендациями;
- умение анализировать, обсуждать полученные результаты и самостоятельно формулировать выводы.

Работа считается выполненной и зачтенной, если студент в конце занятия представил отчет в соответствии с данными методическими рекомендациями.

Пример тестового задания

I) Ферменты – это:

1. вещества, которые используются в ходе реакции;
2. вещества, которые в ходе реакции претерпевают изменения, но по ее завершении возвращаются в исходное состояние;
3. вещества, которые образуют комплекс с субстратом и разрушаются в ходе реакции;
4. вещества, ускоряющие химическую реакцию;
5. вещества, увеличивающие энергию активации, необходимую для протекания реакции.

II) Что называется активным центром фермента?

1. участок фермента, обеспечивающий присоединение субстрата и его превращение;
2. место присоединения апофермента к коферменту;
3. часть молекулы фермента, которая легко отщепляется от апофермента;

4. место присоединения аллостерического эффектора.

III) Укажите свойства ферментов, обусловленные их белковой природой:

1. ускорение прямой реакции
2. ускорение обратной реакции
3. рН зависимость;
5. не изменяемость в ходе реакции;

IV) Как называется вещество, с которым взаимодействует фермент?

1. апофермент;
2. изоэнзим;
3. субстрат;
4. холофермент.

V) С белковой частью фермента непрочно связан:

1. простетическая группа;
2. кофермент;
3. апофермент;
4. изофермент.

VI) Какая часть фермента определяет специфичность его действия?

1. апофермент;
2. кофермент;
3. простетическая группа;
4. профермент.

I) 4; II) 1; III) 3; IV) 3; V) 2; VI) 1

...

Критерии оценки: Оценка по тесту выставляется пропорционально доле правильных ответов: • 90-100% - оценка «отлично» • 80-89% - оценка «хорошо» • 70-79% - оценка «удовлетворительно» • Менее 70% правильных ответов – оценка «неудовлетворительно».

Пример ситуационной задачи

Известно, что мужчина 50 лет в течение 15 лет он систематически употребляет спиртное. Последний месяц страдает запоем.

Лабораторные данные: АлАТ – 222 МЕ/л, АсАТ – 140 МЕ/л

Вопросы:

1. Каково изменение активностей АлАТ и АсАТ? За счет чего наблюдаются данные изменения?
2. Какие еще энзиматические тесты можно порекомендовать для уточнения картины заболевания?

Критерии оценки Отлично – ответ верен, научно аргументирован, со ссылками на пройденные темы. «Хорошо» – ответ верен, научно аргументирован, но без ссылок на пройденные темы. «Удовлетворительно» – ответ верен, но не аргументирован научно, либо ответ неверен, но представлена попытка обосновать его с альтернативных научных позиций, пройденных в курсе. «Неудовлетворительно» – ответ неверен и не аргументирован научно.

Примерные темы курсовых работ

1. Наследственные энзимопатии, связанные с полным выпадением синтеза фермента.
2. Наследственные энзимопатии, связанные с конститутивной недостаточностью фермента.
3. Токсические энзимопатии, обусловленные селективным торможением активности отдельных ферментов.
4. Токсические энзимопатии, обусловленные специфическим ингибированием биосинтеза ферментов.

5. Токсические энзимопатии, обусловленные неспецифическим угнетением биосинтеза белка.
6. Алиментарные энзимопатии, вызванные дефицитом кофакторов (витаминов).
Алиментарные энзимопатии, вызванные дефицитом незаменимых аминокислот.
Алиментарные энзимопатии, вызванные дефицитом микроэлементов.
7. Алиментарные энзимопатии, вызванные дисбалансом питания. Энзимопатии, вызванные нарушением нейрогуморальной регуляции
8. Энзимопатии, связанные с нарушением внутриклеточной организации ферментативных процессов.
9. Различают первичные (наследственные) и вторичные (приобретенные) энзимопатии.

20.2. Промежуточная аттестация

Перечень вопросов к экзамену:

1. Общие свойства катализаторов, присущие и ферментам.
Особенности ферментов, отличающие их от обычных катализаторов.
2. Задачи медицинской энзимологии. Понятие об энзимодиагностике, энзимотерапии, энзимопатологии. Направления их развития.
3. Основные группы ферментопатий.
4. Значимость энзимопоказателей для диагностики.
5. Значение исследования ферментных констелляций.
6. Учет особенностей биосистем при энзимодиагностике.
7. Понятие о гиперферментемии, дисферментемии, гипоферментемии и их основные причины.
8. Общие правила работы с ферментами.
9. Учет аналитических и доаналитических факторов при определении активности ферментов.
10. Измерение скорости ферментативных реакций. Кривые хода ферментативных реакций. Определение начальной скорости реакции.
11. Способы выражения активности фермента. Определение величин, характеризующих скорость ферментативной реакции (ферментативная единица, удельная активность, концентрация фермента, молекулярная активность, катал).
12. Типы методов, используемых при изучении ферментативных реакций. Методы, связанные с отбором проб и непрерывные методы. Методы количественного изучения ферментативных реакций: спектрофото-метрические, флуоресцентные, манометрические, электродные, поляриметрические методы.
13. Способы определения активности ферментов: измерение по конечной точке, кинетическое измерение, измерение по начальной скорости, двухточечное измерение. Использование оптимизированных тестов в клинической лабораторной диагностике.
14. Тест Варбурга (УФ-тест). Расчет ферментативной активности по формуле Бургера-Ламберта-Берра. Понятие о коэффициенте молярной экстинкции.
15. Основные принципы выделения и очистки ферментов.
16. Активный центр фермента. Адсорбционный и каталитический участки, их функциональная значимость. Понятие об апоферменте и холоферменте. Мотивы укладки полипептидной цепи. Аллостерические центры ферментов.
17. Специфичность ферментов. Субстратная специфичность и специфичность действия. Примеры ферментов, проявляющих абсолютную субстратную

- специфичность, групповую субстратную специфичность, стереоспецифичность.
18. Классификация и номенклатура ферментов.
 19. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Определение K_m . Влияние различных факторов на скорость ферментативных реакций.
 20. Каталитическая эффективность лабильность ферментов. Способность ферментов к регуляции.
 21. Кофакторы ферментов. Ионы металлов как кофакторы.
 22. Роль металлов в ферментативном катализе. Участие в электрофильном катализе. Участие в окислительно-восстановительных реакциях. Роль металлов в регуляции активности ферментов.
 23. Коферменты - кофакторы органической природы.
 24. Мульти-субстратные реакции. Механизм двойного замещения и последовательный механизм.
 25. Механизм действия ферментов. Энергетические изменения при химических реакциях. Энергия активации ферментативных реакций.
 26. Сходство и отличия ферментов по сравнению с небиологическими катализаторами.
 27. Эффект сближения и ориентации реагентов в активном центре фермента, эффект деформации субстрата, кислотно-основной катализ, ковалентный катализ.
 28. Ингибирование ферментативной активности. Механизмы действия ингибиторов.
 29. Ингибирование избытком субстрата. Константа субстратного ингибирования, K_{si} . Ингибирование продуктом.
 30. Специфическое ингибирование. Обратимое и необратимое ингибирование. Конкурентное, неконкурентное, смешанное и бесконкурентное ингибирование.
 31. Определение типа и констант ингибирования.
 32. Влияние активаторов на ферментативную активность. Необходимые и несущественные активаторы. Механизмы действия активаторов. Либераторы.
 33. Физико-химические механизмы регуляции активности ферментов. Пути регуляции эффективности биологического катализа. Конститутивные и индуцируемые ферменты.
 34. Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов: Алкогольдегидрогеназа, альдолаза, альфа-амилаза.
 35. Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов: Глутатионредуктаза Глутатионпероксидаза. Глюкозо-6-фосфатдегидрогеназа. Изоцитратдегидрогеназа. Кatalаза
 36. Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов: Креатинкиназа.
 37. Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов: Лактатдегидрогеназа
 38. Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов: Лейцинаминопептидаза Липаза 5-Нуклеотидаза
 39. Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов: Сорбитолдегидрогеназа. Супероксиддисмутаза.
 40. Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов: Фосфатазы. Щелочная фосфатаза.
 41. Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов: Кислая фосфатаза. Тартрат-резистентная кислая фосфатаза (TRACP 5B).

42. Клинико-диагностическое значение определения отдельных ферментов:
Холинэстераза. Эластаза.
43. Ферменты как аналитические реагенты в клинической химии.
44. Некоторые аспекты энзимотерапии.

Пример контрольно-измерительного материала

УТВЕРЖДАЮ
Заведующий кафедрой медицинской биохимии и микробиологии

Т.Н. Попова
подпись, расшифровка подписи

___.20__

Направление подготовки / специальность 06.03.01 Биология
Дисциплина Б1.В.04 Медицинская энзимология
Форма обучения очная
Вид контроля экзамен
Вид аттестации промежуточная

Контрольно-измерительный материал №1

1. Общие свойства катализаторов, присущие и ферментам. Особенности ферментов, отличающие их от обычных катализаторов.
2. Физико-химические механизмы регуляции активности ферментов. Пути регуляции эффективности биологического катализа. Конститутивные и индуцируемые ферменты.

Преподаватель __
подпись расшифровка подписи

Для оценивания результатов обучения на экзамене используется 4-балльная шкала: «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно».
Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Шкала оценок
<p>Полное соответствие ответа обучающегося всем перечисленным критериям. Обучающийся четко и правильно дает определения, полно раскрывает содержание понятий, верно использует терминологию, при этом ответ самостоятельный, использованы ранее приобретенные знания. Умеет творчески применять полученные теоретические познания на практике в новой, нестандартной ситуации, умеет переносить в новую ситуацию изученные и усвоенные ранее понятия, законы и закономерности. Студент умеет анализировать (разложить целое на компоненты), умение синтезировать (собрать из компонентов целое, новое знание, сделать вывод), умение дать оценку знанию, оценить значение. Последовательность действий студента достаточно хорошо продумана, действие в целом осознано. В полном объеме владеет всеми необходимыми навыками и/или имеет опыт. В целом Обучающийся способен выполнять данный вид профессиональной деятельности в типовых ситуациях и в ситуациях повышенной сложности, а также в нестандартных и непредвиденных ситуациях, создавая при этом новые правила и алгоритмы действий.</p>	Отлично
<p>Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует одному (двум) из перечисленных показателей, но обучающийся дает правильные ответы на дополнительные вопросы. Определения понятий дает неполные, допускает незначительные нарушения в последовательности изложения, небольшие неточности при использовании научных категорий, формулировки выводов. Студент проявляет умение применять на практике полученной им теоретические данные в простейших (алгоритмизированных) заданиях, решает типовые, стандартные задачи с использованием усвоенных законов и правил.</p>	Хорошо

Студент умеет преобразовать, интерпретировать материал, предложить следствия, предвидеть результаты. Выполняет все операции, последовательность их выполнения соответствует требованиям, но действие выполняется недостаточно осознанно. В целом обучающийся способен реализовать компетенцию в типовых ситуациях и в ситуациях повышенной сложности	
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым двум(трем) из перечисленных показателей, Обучающийся дает неполные ответы на дополнительные вопросы. Усвоено основное содержание, но излагается фрагментарно, не всегда последовательно, определения понятий недостаточно четкие, не используются в качестве доказательства выводы и обобщения из наблюдений, допускаются ошибки в их изложении, неточности в использовании предметной терминологии. Студент умеет выделять существенные признаки и связи исследуемых предметов и явлений, вычленяет их из массы несущественного, случайного на основе их анализа и синтеза; устанавливает сходство и различие причин, вызвавших появление данных объектов и их развитие. Выполняет не все операции действия, допускает ошибки в последовательности их выполнения, действие выполняется недостаточно осознанно. Владеет не всеми необходимыми навыками, имеющийся опыт фрагментарен. В целом обучающийся способен проявить данную компетенцию в типовых ситуациях	Удовлетворительно
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем(четырем) из перечисленных показателей. Знания, умения, навыки фрагментарны или полностью отсутствуют. Обучающийся не способен выполнять данный вид профессиональной деятельности	Неудовлетворительно

Описание технологии проведения

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования. Оценка по промежуточной аттестации может быть поставлена по результатам текущих аттестаций.

При реализации дисциплины могут быть использованы элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии.

Нижеприведенные задания могут быть рекомендованы также к использованию при проведении диагностических работ с целью оценки остаточных знаний.

Тесты

Органоспецифичные ферменты печени:

1. ЛДГ;
2. креатинфосфокиназа;
3. липаза;
4. орнитинкарбомуилтрансфераза.

Ответ: 4

Кофактором трансаминаз является:

1. флавиномононуклеотиды;
2. пиридоксальфосфат;
3. флавинаданиннуклеотид;
4. никотинамидадениндинуклеотид

Ответ: 2

Какие изоферменты креатинфосфокиназы появляются в крови при инфаркте миокарда?

1. ВВ;
2. МВ;
3. ММ.
4. Н4

Ответ: 2

Как называется вещество, с которым взаимодействует фермент?

1. апофермент;
2. изоэнзим;
3. субстрат;
4. холофермент.

Ответ:3

Аллостерический центр – это участок фермента, к которому присоединяется:

1. квази-субстрат;
2. кофермент;
3. эффектор;
4. субстрат.

Ответ:3

Для изучения первичной структуры белка применяется метод:

1. секвенирования;
2. рентгеноструктурного анализа;
3. определение коэффициента поступательного трения;
4. определение характеристической вязкости.

Ответ: 1

Какой заряд имеет белок в ИЭТ?

1. положительный;
2. отрицательный;
3. электрически нейтрален;
4. любой.

Ответ:3

Какой метод можно применить для фракционирования белков?

1. кристаллизацию;
2. осаждение кислотами и щелочами;
3. электрофорез;
4. высаливание.

Ответ:4

О чём позволяет судить биуретовая реакция:

1. о наличии белков в биологической жидкости;
2. о первичной структуре белка;
3. о наличии аминокислот в белке;
4. о функциях белков.

Ответ:1

Задания с развернутым ответом сложные

В медицинской практике количественное определение активности ферментов в тканях и биологических жидкостях организма используется для ...

Ответ: Диагностика заболеваний и контроль эффективности лечения.

Ребёнок 2-х летнего возраста поступил в детскую больницу с явлениями отсталости умственного развития. Содержание фенилаланина у него в крови составило 7 мкмоль/л (при норме 0,2 мкмоль/л). В моче также обнаружено большое количество этой аминокислоты. Какие нарушения обмена веществ можно предполагать? Как называется заболевание? Что следует рекомендовать для улучшения состояния ребёнка?

Ответ: Причина заболевания связана с генетическим нарушением обмена незаменимой аминокислоты фенилаланина, приводящим к повышению ее уровня в крови, тканях и биологических жидкостях. Избыток фенилаланина токсичен для нервной системы и при длительном воздействии вызывает в ней необратимые дегенеративные изменения. Заболевание называется фенилкетонурия. Рекомендации: соблюдение диеты с ограничением высокобелковых продуктов, прием специальных аминокислотных смесей без фенилаланина, контроль фенилаланина в крови.

Задания с развернутым ответом простые

Изоферменты отличаются между собой по:

Ответ: первичной структуре (различная генетическая детерминированность)

Для снятия действия неконкурентного ингибитора используют:

Ответ: увеличение концентрации субстрата

У больного развился острый панкреатит, при этом стенки протока поджелудочной железы воспалились и отекли, просвет протока уменьшился, наблюдаются застойные явления. Таким больным необходима срочная медицинская помощь.

Объясните, чем опасно затруднение оттока сока поджелудочной железы.

Ответ: пищеварительные ферменты сока поджелудочной железы могут начать «переваривать» ткань поджелудочной железы

В приемный покой больницы доставлен мужчина, который ошибочно выпил раствор сульфата меди. Врач предложил ему принять несколько яичных белков. Обоснуйте врачебное назначение

Ответ: Белки связывают соли тяжелых металлов. Образуются довольно прочные комплексы, которые не распадаются и не всасываются в желудке и кишечнике и выводятся из организма.

Задания, требующего короткого ответа

Определите органоспецифичность трансаминазаланинаминотрансферазы (АлАТ) и аспартатаминотрансферазы (АсАТ):

а) в печени наиболее активна ...

б) в сердце наиболее активна ...

Ответ: а) АлАТ; б) АсАТ

Фермент поджелудочной железы трипсиноген (неактивный фермент) имеет молекулярную массу 56000 Д. В кишечном соке трипсиноген превращается в трипсин (активный фермент) с молекулярной массой 45000 Д. Активация фермента происходит за счет изменения его ..., такой способ регуляции называется ...

Ответ: первичной структуры, необратимый: ограниченный протеолиз.

В каком серологическом методе исследования ферменты используются как аналитические реагенты?

Ответ: ИФА (иммуноферментный анализ)

Перечислите ферментативные показатели цитолиза клеток

Ответ: АсАТ, АлАТ

Напишите ферментативный показатель синдрома холестаза

Ответ: ЩФ