

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

25.05.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.10 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., ассистент

**7. Рекомендована:**

НМС медико-биологического факультета, протокол №2 от 18.03.2020

**8. Учебный год:** 2021/2022

**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 клинико-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.

**Основные знания, необходимые для изучения дисциплины формируются:** в цикле гуманитарных и социально-экономических дисциплин, в том числе дисциплинами: философия, биоэтика, психология, педагогика, латинский язык; в цикле математических, естественнонаучных, медико-биологических дисциплин в том числе дисциплинами: физика, математика; информатика; общая и неорганическая химия; органическая химия; ботаника;

**Дисциплина является предшествующей для:** молекулярной биологии, иммунный статус и его нарушения, биофизика, патобиохимия, основы бионанотехнологии, биохимические основы гематологии, иммунология, молекулярная биомедицина и эволюция биоэнергетических процессов.

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

Компетенция		Планируемые результаты обучения
Код	Название	
ПК-1	способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	Знать: основы ферментативного катализа и современные практические подходы к изучению функционирования ферментов - биологических катализаторов, обеспечивающих протекание и регуляцию биохимических процессов в организме. 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. 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
ПК-8	способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации,	знать: основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ уметь: использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, а также универсальные пакеты прикладных компьютерных

универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией глобальных компьютерных сетях	программ, создавать базы экспериментальных биологических данных Владеть: навыками работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях
--	---

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

**Форма промежуточной аттестации — экзамен**

### 13. Виды учебной работы

Вид учебной работы	Трудоемкость	
	Всего	По семестрам
		№ семестра 4
Аудиторные занятия	42	42
в том числе:	лекции	28
	практические	
	лабораторные	14
Самостоятельная работа	66	66
в том числе: курсовая работа (проект)		
Форма промежуточной аттестации (зачет – 0 час. / экзамен – __ час.)	36	36
Итого:	144	144

#### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
<b>1. Лекции</b>		
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 энзимопокказателей 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 гипоферментамии, дисферментамии и гиперферментамии. Факторы доаналитического этапа, влияющие на активность ферментов.
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
1.3	Ферменты как биологические	Общая характеристика ферментов: активный центр,

	катализаторы.	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.
1.4	Кофакторы ферментов	Ионы металлов как кофакторы. Роль металлов в 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.
1.5	Механизм действия ферментов	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.
1.6	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 <b>РОЛЬ ИЗБИРАТЕЛЬНОГО ПРОТЕОЛИЗА В ФОРМИРОВАНИИ АКТИВНЫХ ЦЕНТРОВ ФЕРМЕНТОВ</b> Множественные молекулярные формы ферментов Контроль экспрессии ферментов в бактериальной системе Контроль метаболитами Индукция субстратом Репрессия продуктом Действие глюкозы Деградация ферментов
1.7	Биологические катализаторы особого типа	<b>РИБОЗИМЫ</b> 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) <b>АБЗИМЫ (КАТАЛИТИЧЕСКИЕ АНТИТЕЛА)</b> Черты сходства и отличия в структуре ферментов и антител и в характере их взаимодействия со специфическими лигандами Экспериментальные подходы, используемые для выработки каталитических антител
<b>3. Лабораторные работы</b>		
3.1	Методика работы с ферментами	Техника безопасности. Спектрофотометрический метод определения активности дегидрогеназ. Оптический тест Варбурга.
3.2	Кинетика ферментативных реакций	Зависимость скорости ферментативной реакции от количества ферментов, pH, температуры. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата,

		определение константы Михаэлиса-Ментен по экспериментальным точкам.
3.3	Механизм действия ферментов	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».
3.4	Влияние ингибиторов и активаторов на скорость протекания ферментативной реакции	Ингибиторы и активаторы ферментативной реакции. Определение типа и константы ингибирования по экспериментальным точкам.

### 13.2. Темы (разделы) дисциплины и виды занятий

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	Всего
1	Медицинская энзимология как самостоятельная дисциплина: цель и задачи. Общая характеристика ферментативных реакций.	2			8	10
2	Методика работы с ферментами	4		4	8	16
3	Ферменты как биологические катализаторы.	6			10	16
4	Кинетика ферментативных реакций			2	12	14
5	Кофакторы ферментов	4			10	14
6	Механизм действия ферментов	4		4	6	14
7	Влияние ингибиторов и активаторов на скорость протекания ферментативной реакции	6		4	6	16
8	Биологические катализаторы особого типа	2			6	8
	Контроль					36
	Итого:	28		14	66	

### 14. Методические указания для обучающихся по освоению дисциплины

Обучение складывается из контактной работы обучающихся с преподавателем, включающей контактные занятия (лекционный курс и лабораторные занятия) и самостоятельную работу.

Лекционный материал подается в форме лекции-визуализации. На лабораторных занятиях путем проведения экспериментов происходит углубление и закрепление теоретических знаний в интересах профессиональной подготовки.

Использование средств наглядности и интерактивных технологий обеспечивают высокую активность обучающихся и высокое качество усвоения изучаемого материала.

На лабораторных занятиях регулярно проводится опрос по теоретическим вопросам изучаемых тем, разбираются практические задания, выполняются лабораторные задания. В ходе выполнения лабораторных работ студенты приобретают навыки обращения с биологическими объектами, лабораторным оборудованием и инструментарием, самостоятельно осуществляют эксперименты, регистрируют, анализируют и интерпретируют результаты исследований. Результаты лабораторной работы оформляются в рабочей тетради студента в виде рисунка, расчетов, составления таблиц, выводов. В конце лабораторного занятия результаты работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе. В случае пропуска лабораторного занятия студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Самостоятельная работа студентов подразумевает подготовку к тематическому текущему контролю, и включает работу с учебным материалом электронных пособий кафедры, учебной, научной, справочной литературой и другими информационными источниками.

Оценка результатов самостоятельной работы организуется как единство двух форм: самоконтроль и контроль со стороны преподавателя.

Самоконтроль зависит от определенных качеств личности, ответственности за результаты своего обучения, заинтересованности в положительной оценке своего труда, материальных и моральных стимулов, от того насколько обучаемый мотивирован в достижении наилучших результатов. Задача преподавателя состоит в том, чтобы создать условия для выполнения самостоятельной работы (учебно-методическое обеспечение), повышать её значимость, и грамотно осуществлять контроль самостоятельной деятельности студента (фонд оценочных средств).

Работа с учебной литературой рассматривается как вид учебной работы по дисциплине медицинская энзимология и выполняется в пределах часов, отводимых на её изучение (в разделе СРС). Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам ВГУ, а также к электронным базам данных, информационно-справочным и поисковым системам, в том числе в сети Интернет.

Исходный уровень знаний студентов определяется опросом, а также во время разборов тем, при решении типовых ситуационных задач и выполнении заданий.

В конце изучения учебной дисциплины проводится промежуточный контроль знаний с проверкой теоретических знаний. Изучение дисциплины завершается сдачей экзамена в 4 семестре.

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии

## 15. Перечень основной и дополнительной литературы, ресурсов интернет, необходимых для освоения дисциплины (список литературы оформляется в соответствии с требованиями ГОСТ и используется общая сквозная нумерация для всех видов источников)

### 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 : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html</a>
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: <a href="https://rucont.ru/efd/443342">https://rucont.ru/efd/443342</a>
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. — <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-04.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m14-04.pdf</a> .
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. — <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-149.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m08-149.pdf</a> .

### б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Бендер М. Биоорганическая химия ферментативного катализа / М. Бендер, Р. Бергерон, М. Комияма. — М.: Мир, 1987. — 352 с.
2.	Березов, Т.Т. Биологическая химия / Т.Т. Березов, Б.Ф. Коровкин. — Москва : Медицина, 2008. — <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN5225046851.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN5225046851.html</a> .
3.	Диксон М. Ферменты: в 3 т. / М. Диксон, Э. Уэбб. — М.: Мир, 1982. — Т. 3. — 605с.
4.	Жеребцов Н. А. Биохимия : учебник / Н. А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов. - Воронеж : Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002.- 696 с
5.	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.
6.	Полторак О.М. Физико-химические основы ферментативного катализа / О.М. Полторак, Е.С. Чухрай — М.: Высшая школа, 1970 — 360 с,
7.	<a href="#">Чиркин, Александр Александрович</a> . 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
1.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a>
2.	Электронно-библиотечная система "Университетская библиотека online" <a href="http://biblioclub.ru/">http://biblioclub.ru/</a>
3.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» (ЭБС «Консультант студента») <a href="http://www.studmedlib.ru">http://www.studmedlib.ru</a>
4.	<i>MOLBIOL. RU – Классическая и молекулярная биология</i> ( <a href="http://www.molbiol.ru">http://www.molbiol.ru</a> ).
5.	<i>National Center for Biotechnology Information /US National Library of Medicine</i> ( <a href="http://www.pubmed.com">http://www.pubmed.com</a> ).
6.	<i>Тотальные ресурсы</i>
7.	Курс «Медицинская энзимология» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=1671</a>

\* Вначале указываются ЭБС, с которыми имеются договора у ВГУ, затем открытые электронно-образовательные ресурсы

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы (учебно-методические рекомендации, пособия, задачки, методические указания по выполнению практических (контрольных) работ и др.)

№ п/п	Источник
	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: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564022">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=564022</a>
	<i>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: по подписке. – URL: <a href="https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563155">https://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=563155</a></i>

## 17. Информационные технологии, используемые для реализации учебной дисциплины, включая программное обеспечение и информационно-справочные системы (при необходимости)

- Чтение лекций с использованием слайд-презентаций.
- Информационно-обучающая среда Moodle
- Организация взаимодействия со студентами посредством электронной почты:  
Веревкин Алексей Николаевич [verevkin@bio.vsu.ru](mailto:verevkin@bio.vsu.ru)  
Попова Татьяна Николаевна [popova@bio.vsu.ru](mailto:popova@bio.vsu.ru)  
Рахманова Татьяна Ивановна [tyana@mail.ru](mailto:tyana@mail.ru)  
Неисключительные права на ПО Dr. Web Enterprise Security Suite Комплексная защита Dr. Web Desktop Security Suite + Центр управления на 12 месяцев, 1400 ПК (Продление), 3010-07/05-20 от 27.01.2020

## 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсовых работ. Специализированная мебель, набор лабораторной посуды и штативов, вытяжной шкаф, холодильник-морозильник Stinol, термостат электрический суховоздушный ТС-1/80 СПУ (г.Воронеж, Университетская пл., д.1, пом. I, ауд. 197)

Учебная аудитория для проведения занятий семинарского типа (лабораторные занятия), для проведения групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, выполнения курсовых работ. Специализированная мебель, дозаторы, лабораторная посуда, шприцы, проектор Epson EMP-X52, ноутбук Samsung NP-RV410 S01R, спектрофотометр СФ-56А, спектрофотометр СФ-26, рН-метр Анион 4102, торсионные весы Techniprot T1, T3, T4, WinPro 8 RUS Upgrd OLP NL Acdmс, Office Standard 2019 Single OLV NL Each Academic Edition Additional Product (г.Воронеж, Университетская пл., д.1, пом. I, ауд. 195)19. Фонд оценочных средств:

### 19.1. Перечень компетенций с указанием этапов формирования и планируемых результатов обучения

Код и содержание компетенции (или ее части)	Планируемые результаты обучения (показатели достижения заданного уровня освоения компетенции)	Этапы формирования компетенции (разделы (темы))	ФОС* (средства оценивания)

	посредством формирования знаний, умений, навыков)	дисциплины или модуля и их наименование)	
ПК-1 способность эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	Знать: основы ферментативного катализа и современные практические подходы к изучению функционирования ферментов - биологических катализаторов, обеспечивающих протекание и регуляцию биохимических процессов в организме.	1. Медицинская энзимология как самостоятельная дисциплина: цель и задачи. Общая характеристика ферментативных реакций. 2. Методика работы с ферментами 3. Ферменты как биологические катализаторы.	Устный опрос
	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.	2. Методика работы с ферментами 3. Ферменты как биологические катализаторы. 4. Кофакторы ферментов 5. Механизм действия ферментов	Устный опрос, Лабораторная работа, тест
	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	2. Методика работы с ферментами 3. Ферменты как биологические катализаторы. 4. Кофакторы ферментов 5. Механизм действия ферментов 6. Влияние ингибиторов и активаторов на скорость протекания ферментативной реакции	Практическое задание Курсовая работа
ПК-8 способность использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы экспериментальных биологических данных, работать с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	знать: основные технические средства поиска научно-биологической информации, универсальные пакеты прикладных компьютерных программ	1. Медицинская энзимология как самостоятельная дисциплина: цель и задачи. Общая характеристика ферментативных реакций. 2. Методика работы с ферментами 3. Ферменты как биологические катализаторы.	Устный опрос
	уметь: использовать основные технические средства поиска научно-биологической информации, а также универсальные пакеты прикладных компьютерных программ, создавать базы	4. Кофакторы ферментов 5. Механизм действия ферментов 6. Влияние ингибиторов и активаторов на	Устный опрос, Лабораторная работа



	экспериментальных биологических данных	скорость протекания ферментативной реакции 7. Биологические катализаторы особого типа	
	Владеть: навыками работы с биологической информацией в глобальных компьютерных сетях	4. Кофакторы ферментов 5. Механизм действия ферментов 6. Влияние ингибиторов и активаторов на скорость протекания ферментативной реакции 7. Биологические катализаторы особого типа	Устный опрос, Курсовая работа
<b>Промежуточная аттестация</b>			КИМ

\* В графе «ФОС» в обязательном порядке перечисляются оценочные средства текущей и промежуточной аттестаций.

### 19.2 Описание критериев и шкалы оценивания компетенций (результатов обучения) при промежуточной аттестации

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области молекулярной биологии, касающейся проблем медицины	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), демонстрирует освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен продемонстрировать освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает значительные ошибки при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся обладает отрывочными, фрагментарными знаниями, допускает грубые ошибки, не может продемонстрировать обладание знаниями, умениями, навыками компетенций дисциплины.	–	<i>Неудовлетворительно</i>

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

#### 19.3.1 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. Мультисубстратные 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.

### 19.3.2 Перечень практических заданий

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 оценивания практического задания:

1. умение выбрать правильный подход к выполнению задания;
2. умение пользоваться терминологией, формулировками, положениями и примерами, рассмотренными на лекционных и семинарских занятиях;
3. полнота использования рекомендаций;
4. верная интерпретация результатов выполненных этапов работы;
5. умение сделать вывод и заключение по итогам работы.

### 19.3.4 Тестовые 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. pH 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 прочно 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».

### 19.3.5 Темы курсовых работ

Наследственные энзимопатии, связанные с полным выпадением синтеза фермента.

Наследственные энзимопатии, связанные с конститутивной недостаточностью фермента.

Токсические энзимопатии, обусловленные селективным торможением активности отдельных ферментов.

Токсические энзимопатии, обусловленные специфическим ингибированием биосинтеза ферментов.

Токсические энзимопатии, обусловленные неспецифическим угнетением биосинтеза белка.

Алиментарные энзимопатии, вызванные дефицитом кофакторов (витаминов).

Алиментарные энзимопатии, вызванные дефицитом незаменимых аминокислот.

Алиментарные энзимопатии, вызванные дефицитом микроэлементов.

Алиментарные энзимопатии, вызванные дисбалансом питания.

Энзимопатии, вызванные нарушением нейрогуморальной регуляции

Энзимопатии, связанные с нарушением внутриклеточной организации ферментативных процессов.

Различают первичные (наследственные) и вторичные (приобретенные) энзимопатии.

### 19.4. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

Оценка знаний, умений и навыков, характеризующая этапы формирования компетенций в рамках изучения дисциплины осуществляется в ходе текущей и промежуточной аттестаций.

Текущая аттестация проводится в соответствии с Положением о текущей аттестации обучающихся по программам высшего образования Воронежского государственного университета. Текущая аттестация проводится в формах: *устного опроса (индивидуальный опрос); письменных работ (выполнение практико-ориентированных заданий, лабораторные работы); тестирования.* Критерии оценивания приведены выше.

Промежуточная аттестация проводится в соответствии с Положением о промежуточной аттестации обучающихся по программам высшего образования.

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний.

При оценивании используются количественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.

## 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.10 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*