

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
Биохимии и физиологии клетки



(А.Т. Епринцев)  
29.05.2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**  
Б1.В.ДВ.05.02 Регуляторные аспекты функционирования ферментов

- 1. Код и наименование направления подготовки:** 06.03.01 Биология
- 2. Профиль подготовки:** Биохимия
- 3. Квалификация выпускника:** бакалавр
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** Кафедра биохимии и физиологии клетки
- 6. Составители программы:**  
Грабович Маргарита Юрьевна, доктор биологических наук, профессор  
Гуреева Мария Валерьевна, кандидат биологических наук
- 7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета 29.05.2023 г, протокол №4
- 8. Учебный год:** 2026-2027 **Семестр(ы)/Триместр(ы):** 8

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель – раскрытие общих закономерностей, становление организации превращения химических веществ в живых системах, формирование целостного представления о живом мире.

Задачи курса:

1. Выявление особенностей катализа в биологических системах, формирование представлений о структуре и регуляции ферментов.
2. Установление взаимосвязи эволюции биохимических систем и среды обитания.
3. Выяснение всеобщей закономерности развития на основе химических превращений.
4. Формирование умений и навыков сравнительного анализа активности ферментов у организмов разного уровня организации. Количественное определение веществ, принадлежащих к различным классам органических соединений.
5. Формирование представлений о применении биохимических и молекулярно-биохимических методов в диагностике различных заболеваний и патологий.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:

Учебная дисциплина «Б1.В.ДВ.05.02 Регуляторные аспекты функционирования ферментов» относится к вариативной части Блока 1 «Дисциплины (модули)» Федерального государственного образовательного стандарта высшего образования по специальности 06.03.01 Биология (бакалавр).

## 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-4	Способен осуществлять необходимые исследования с микроорганизмами и, проводить расчеты и обобщать полученные результаты	ПК-4.1	Осуществляет выбор и проведение микробиологических исследований согласно тематике работ	<p>Знать: пути энергетического метаболизма прокариот: аэробное и анаэробное дыхание, брожение; пути конструктивного метаболизма: пути автотрофного и гетеротрофного усвоения соединений углерода, пути азотной автотрофии, методы исследования энергетического и конструктивного метаболизма бактерий, таксономические группы прокариот, способные осуществлять определенные физиологические процессы.</p> <p>Уметь: определять методы, необходимые для исследования определенного метаболического пути, определять активность ферментов прокариот</p> <p>Владеть: методами определения активности ключевых ферментов центральных путей энергетического и конструктивного метаболизма прокариот.</p>
ПК-4	Способен осуществлять необходимые исследования с микроорганизмами и, проводить расчеты и обобщать полученные результаты	ПК-4.2	Проводит оценку результатов исследования и расчеты по стандартным методикам	<p>Знать: методы статистического анализа</p> <p>Уметь: использовать методы статистического анализа при обработке результатов экспериментов по изучению метаболизма прокариот</p> <p>Владеть: методами стат.обработки</p>

12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 3/108.

Форма промежуточной аттестации *Зачет*

13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость		
		Всего	По семестрам	
			8 семестр	...
Аудиторные занятия		40	40	
в том числе:	лекции	20	20	
	групповые консультации			
	лабораторные	20	20	
Самостоятельная работа		68	68	
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)				
Итого:		108	108	

### 13.1. Содержание дисциплины

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
<b>1. Лекции</b>			
1.1	Энзимология – наука о ферментах.	Ферменты. Единицы активности ферментов, номенклатура и классификация ферментов.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-1">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-1</a>
1.2	Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций.	Уравнение Михаэлиса-Ментен. Уравнение Лайнуивера-Берка. Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры и pH среды.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-2">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-2</a>
1.3	Витамины: водорастворимые и жирорастворимые.	Водорастворимые витамины: строение, механизм действия, биологическая роль.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-3">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-3</a>
<b>2. Практические занятия</b>			
2.1			
2.2			
<b>3. Лабораторные работы</b>			
3.1	Энзимология – наука о ферментах.	Механизм действия ферментов. Витамины: водорастворимые и жирорастворимые.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-1">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-1</a>
3.2	Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций.	Ингибиторы и активаторы. Типы ингибирования. Аллостерическая регуляция. Ковалентная модификация.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-2">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-2</a>
3.3	Витамины: водорастворимые и жирорастворимые.	Жирорастворимые витамины: строение и функции.	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-3">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627#section-3</a>

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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Энзимология – наука о ферментах.	8		8	20	36

2	Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций.	8		8	20	36
3	Витамины: водорастворимые и жирорастворимые.	4		4	28	36
	Итого:	20		20	68	108

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривается широкое использование в учебном процессе активных и интерактивных форм проведения занятий в сочетании с внеаудиторной работой с целью формирования и развития профессиональных навыков обучающихся. Каждый обучающийся обеспечен доступом к библиотечным фондам Университета и кафедры. При изучении дисциплины предусмотрена работа студента в группе, формирующая чувство коллективизма и коммуникабельность; а также самостоятельная работа, способствующая формированию активной жизненной позиции поведения, аккуратности, дисциплинированности. Для успешного освоения дисциплины обучающимся рекомендуется регулярная работа с научной литературой, периодическими изданиями, своевременное выполнение контрольных работ и т.д.

В рамках курса предусмотрена возможность дистанционного обучения с использованием "Электронного университета".

Объем дисциплины составляет 3 зачетных единиц, всего 108 часов, из которых 40 ч составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (20 часов занятия лекционного типа, 20 часов занятия семинарского типа (семинары, научно-практические занятия, лабораторные работы и т.п.), 68 ч составляет самостоятельная работа обучающегося. Изучение данной дисциплины предусматривает проведение промежуточной аттестации в виде зачета и 5 текущих аттестаций. Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся. Сроки проведения текущей аттестации регламентируются календарным планом проведения лабораторных занятий, сроки проведения промежуточной аттестации устанавливаются расписанием промежуточной аттестации, разработанным в соответствии с учебным планом по специальности 06.03.01 Биология.

Программа дисциплины предусматривает проведение лабораторных и семинарских занятий. Лекционный материал раскрывает основные теоретические вопросы данной дисциплины. Лабораторные работы обеспечивают формирование необходимых в рамках компетенции умений и навыков (владений). На семинарских занятиях проводится опрос по теоретическим вопросам изучаемых тем, разбираются проблемные ситуации, решаются практические задания. При подготовке к семинару студент должен использовать рекомендованные преподавателями учебники и учебные пособия, электронные ресурсы. Изучение данной дисциплины предусматривает также самостоятельную работу. Выполнение самостоятельной работы предполагает: качественную подготовку ко всем видам учебных занятий; реферирование и аннотирование указанных преподавателем источников литературы; систематический просмотр периодических изданий с целью выявления публикаций в области изучаемой проблематики; изучение учебной литературы; использование интернет-ресурсов; подготовку докладов-презентаций по отдельным темам дисциплины. В процессе самостоятельной подготовки при освоении дисциплины необходимо изучить основную литературу, затем – дополнительную. Именно знакомство с дополнительной литературой, значительная часть которой существует как в печатном, так и электронном виде, способствует более глубокому освоению изученного материала. Выступления на практических занятиях могут быть представлены в виде реферата, доклада или сообщения. Любое из них должно содержать план или постановку задачи, изложение материала и выводы. В каждом выступлении необходимо выделять главную мысль

(«стержневой вопрос»). Выступления должны носить научный, логичный, аргументированный, конкретный и профессиональный характер, быть убедительными.

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

## 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, 2019. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-4881-6. - Текст : электронный // URL : <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970448816.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970448816.html</a> (дата обращения: 22.07.2021). - Режим доступа : по подписке.

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Северин, Е.С. Биохимия с упражнениями и задачами : гриф УМО по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России / Е.С. Северин, А.И. Глухов, В.А. Голенченко [и др.] ; под ред. Е.С. Северина .— Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010 .— .— ISBN ISBN 978-5-9704-1736-2 .— <URL: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417362.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417362.html</a> >.
2	Биохимия : гриф УМО по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России / под ред. Е.С. Северина .— Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2012 .— .— ISBN ISBN 978-5-9704-2395-0 .— <URL: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970423950.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970423950.html</a> >.
3	Биохимия : руководство к практическим занятиям : гриф Минобрнауки России / Н.Н. Чернов, Т.Т. Березов, С.С. Буробина [и др.] ; под ред. Н.Н. Чернова .— Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2009 .— .— ISBN ISBN 978-5-9704-1287-9 .— <URL: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970412879.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970412879.html</a> >.
4	Северин, Е.С. Биохимия с упражнениями и задачами : гриф УМО по медицинскому и фармацевтическому образованию вузов России / Е.С. Северин, А.И. Глухов, В.А. Голенченко [и др.] ; под ред. Е.С. Северина .— Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2010 .— .— ISBN ISBN 978-5-9704-1736-2 .— <URL: <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417362.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970417362.html</a> >.
5	Плакунов, В. К. Основы динамической биохимии [Электронный ресурс] : учебник / В. К. Плакунов, Ю. А. Николаев. – М.: Логос, 2010. – 216 с. - (Новая университетская библиотека). - ISBN 978-5-98704-493-3. <a href="http://www.znaniium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=64&amp;page=11">http://www.znaniium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=64&amp;page=11</a>

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

№ п/п	Ресурс
1	Интернет ресурсы, отвечающие тематике дисциплины.
2	Полнотекстовая база «Университетская библиотека» - образовательный ресурс. - <URL: <a href="http://www.biblioclub.ru">http://www.biblioclub.ru</a> >
3	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> – ЗНБ ВГУ

## 16. Перечень учебно-методического обеспечения для самостоятельной работы

№ п/п	Источник
1	Ферменты: общая характеристика и роль в метаболических процессах : учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. ун-т; сост.: В.Н. Попов, М.И. Фалалеева, А.Т. Епринцев .— Воронеж : ЛОП ВГУ, 2006 .— 39 с. : ил., табл. — На обл. ошибочно сост. : Попов В.Н., Фалалеев М.И., Епринцев А.Т. — Библиогр.: с. 39 .— <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06130.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/sep06130.pdf</a> >.
2	Фалалеева, Марина Ивановна. Эволюционные аспекты энергетики клетки : учебное пособие : [для бакалавров биол.-почв. фак. Воронеж. гос. ун-та специальности 020400 - Биология] / М.И. Фалалеева, А.Т. Епринцев, М.Ю. Грабович ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2011 .— 80 с. : ил. — Библиогр.: с. 80.

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

При ведении курса используется ЭУМК, созданный на платформе moodle (<https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=17627>). Литературу, необходимую для освоения программы, можно найти также на сайте ЗНБ ВГУ (<https://lib.vsu.ru/>) в разделе ЭБС

### 18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:

Лаборантская, помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 368а)	Ноутбук Lenovo G500
Учебная лаборатория микробиологии (для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации) (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 369)	Специализированная мебель, микроскопы LM2 (5 шт.), микроскоп Nr. M258619, микроскоп Zeiss PrimoStar, мультимедийный проектор BENQ, мобильный экран для проектора, ноутбук Toshiba, термостат ТС-80М-2

### 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.	Разделы 1, 2	ПК-4	ПК-4.1	<i>Вопросы к разделам</i>
2	Разделы 3, 4	ПК-4	ПК-4.2	<i>Вопросы к разделам</i>
Промежуточная аттестация форма контроля – <u>зачет</u>				<i>Перечень вопросов</i>

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

#### 20.1. Текущий контроль успеваемости

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, фронтальная беседа); письменных работ (лабораторные работы и пр.); тестирования. Критерии оценивания приведены ниже.

#### Тестовые задания

#### Комплект тестовых заданий №1

по дисциплине «Регуляторные аспекты функционирования ферментов»

Тема: Энзимология: предмет, значение. Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций.

#### Тест1

#### 1. Ферментативной активностью обладают:

1. только белки
2. только нуклеиновые кислоты
3. липиды
4. белки и РНК
5. сахара

**Вариант1**

#### 2. Коферментом называется:

1. апобелок
2. ионы металлов, входящие в состав фермента
3. производные витаминов, входящие в состав фермента
4. апофермент + кофактор
5. регуляторные вещества

#### 3. Удельной активностью называется:

1. количество белка, катализирующее превращение 1 микромоля субстрата в минуту при 25° C
2. количество фермента, катализирующее превращение 1 микромоля субстрата в минуту при 25° C
3. количество ферментативных единиц на мг белка
4. количество фермента в 1 мл раствора
5. количество фермента, катализирующее превращение 1 микромоля субстрата в минуту на 1 мг белка при 25° C

**4. Какая температура соответствует максимальной активности большинства ферментов**

1. 0-15° C
2. 15-20° C
3. 30-40° C
4. 80-90° C
5. 100-120° C

**5. Уравнение Михаэлиса-Ментен описывает:**

1. зависимость обратной скорости от обратной концентрации субстрата
2. кинетику аллостерических ферментов
3. зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата
4. зависимость активности ферментов от температуры
5. зависимость активности ферментов от величины pH

**6. При конкурентном ингибировании**

1. максимальная скорость работы фермента уменьшается
2. максимальная скорость работы фермента не меняется
3. константа Михаэлиса не меняется
4. константа Михаэлиса увеличивается
5. константа Михаэлиса уменьшается

**7. Фермент амилаза относится к классу:**

1. Оксидоредуктаз
2. Трансфераз
3. Гидролаз
4. Лиаз
5. Изомераз

**8. В кислотном катализе могут принимать участие аминокислотные остатки**

1. Цистина
2. Аланина
3. Фенилаланина
4. Лизина
5. Глутамата

**9. Аллостерические ферменты**

1. состоят из одной субъединицы
2. состоят из нескольких субъединиц
3. меняют конформацию при взаимодействии с субстратом
4. меняют конформацию при взаимодействии с мембранным потенциалом
5. характеризуются  $K_{0,5}$

**10. Ферменты, регулирующиеся ковалентной модификацией**

1. составляют большинство ферментов
2. называются киназами
3. меняют конформацию при присоединении какой-либо функциональной группы
4. меняют конформацию при взаимодействии с мембранным потенциалом
5. характеризуются  $K_{0,5}$

**11. Ферменты, катализирующие реакции, связанные с переносом электронов относятся к классу:**

1. Оксидоредуктаз
2. Трансфераз
3. Гидролаз
4. Лиаз
5. Изомераз

**12. Определите к какому классу относится фермент, катализирующий данную ферментативную реакцию**

глутамат + оксалоацетат = аспартат + 2-оксоглутарат:

1. Оксидоредуктазы
2. Трансферазы
3. Гидролазы
4. Лиазы
5. Изомеразы

**13. Дайте название ферменту, катализирующему реакцию**

Сукцинат + FAD = фумарат + FADH<sub>2</sub>

**14 Ферменты, определяющие скорость метаболического процесса:**

1. Маркерные
2. Простые
3. Относятся, как правило, к аллостерическим
4. Легко регулируются
5. Ключевые

**15. Метаболические процессы, протекающие в митохондриях:**

1. Цикл Кребса
2. Синтез РНК
3. Окисление жирных кислот
4. Окислительное декарбоксилирование
5. Синтез ДНК.

**16. Чему равна скорость реакции, если максимальная скорость составляет 4 ммоль/моль, концентрация субстрата равна 3Км.**

**17. В присутствии насыщающих количеств субстрата 1,4 мг фермента вызывает образование продукта со скоростью 6,2 ммоль/мин. Если молярная масса фермента 52 000 г/моль, каково число оборотов фермента?**

**18. Известна зависимость активности фермента от концентрации субстрата. Рассчитайте значения V<sub>max</sub>.**

[S], мМ	1	2	3
V, мкг/мин	0,1	0,2	0,25



**1. Ферментами являются:**

1. Все белки
2. Около 2000 белков
3. Более 2000 белков и некоторые нуклеиновые кислоты
4. Около 100 белков
5. Глобулярные белки

**2. Кофактором называется:**

1. апобелок + простетическая группа
2. полипептидная цепь
3. апофермент + кофермент
4. кофермент + простетическая группа
5. ионы металлов, входящие в состав ферментов

**3. При каком значении pH большинство ферментов проявляет максимальную активность**

1. Кислом
2. Нейтральном
3. При pH 7,0
4. Щелочном
5. При любом

**4. Уравнение Лайнуивера-Берка описывает**

1. Зависимость обратной скорости реакции от обратной концентрации субстрата
2. Поведение аллостерических ферментов
3. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата
4. Зависимость активности ферментов от температуры
5. Зависимость активности ферментов от pH

**5. Ингибирование бывает**

1. Конкурентным
2. Прогрессивным
3. Смешанным
4. Чистым
5. Неконкурентным

**6. При бесконкурентном ингибировании**

1. Ингибитор связывается с коферментом .
2. Ингибитор связывается с активным центром фермента
3. Ингибитор связывается с молекулой фермента не в активном центре
4. Ингибитор связывается с комплексом фермент- субстрат
5. Ингибитор связывается с промежуточным продуктом

**7. Фермент гексокиназа относится к классу:**

- 1.Оксидоредуктаз
- 2.Трансфераз
- 3.Гидролаз
- 4.Лиаз
- 5.Изомераз

**8. Ферменты активируют химическую реакцию за счет**

1. Снижения энергии активации
2. Увеличения энергетического барьера
3. Увеличения количества молекул, способных преодолеть энергетический барьер
4. Оптимальной взаимной ориентации субстратов
5. Изменения  $\Delta G$  реакции

**9. Если модулятор, отличный от субстрата, ускоряет работу аллостерического фермента, то это**

1. Гомотропная аллостерия
2. Гетеротропная аллостерия
3. Положительная аллостерия
4. Отрицательная аллостерия
5. Конкурентное ингибирование

**10. Ферменты, катализирующие присоединение молекул по двойной связи относятся к классу**

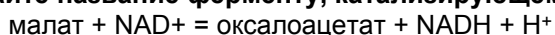
1. Оксидоредуктаз
2. Трансфераз
3. Гидролаз
4. Лиаз
5. Изомераз

**11. Определите к какому классу относится фермент, катализирующий данную ферментативную реакцию**



1. Оксидоредуктазы
2. Трансферазы
3. Гидролазы
4. Лиазы
5. Изомеразы

**12. Дайте название ферменту, катализирующему реакцию**



**13. Низкое значение  $K_m$  свидетельствует о том, что:**

1. Фермент имеет высокое сродство к субстрату
2. Фермент имеет низкое сродство к субстрату
3. Фермент инактивирован
4. Фермент протонирован
5. Фермент не имеет сродства к субстрату

**14. Ферменты, участвующие только в цикле Кребса:**

1. Ключевые
2. Аллостерические
3. Маркерные
4. Сукцинатдегидрогеназа
5. Каталаза

**15. Ферменты, постоянно присутствующие в клетке:**

1. Индуцибельные
2. Сложные
3. Маркерные
4. Конститутивные
5. Ключевые

**16. Рассчитайте, при какой концентрации субстрата фермент, для которого максимальная скорость превращения субстрата составляет 50 ммоль/мин\*мг, а величина  $K_m$  равна 0,01 М, будет работать со скоростью, равной 1/2 максимальной.**

**17. 1 мл препарата уреазы образует 10 мг аммиака за 1 минуту при 25° С. Рассчитать количество ферментативных единиц в 1 литре данного препарата.**

**18. Известна зависимость активности фермента от концентрации субстрата. Рассчитать значения  $K_m$ .**

[S], мг/мл	0,05	0,15	0,25
V, мкмоль/мин	0,14	0,37	0,45

## Комплект тестовых заданий №2

по дисциплине «Регуляторные аспекты функционирования ферментов»

Тема: Витамины: водорастворимые и жирорастворимые.

Вариант 1

Тест 2

1. По механизму действия коферменты подразделяются на следующие группы :

1. Витаминные

2. Переносчики атомов водорода, электронов и протонов
3. Невитаминные
4. Переносчики кислорода
5. Переносчики отдельных химических групп.

**2. К витаминным кофакторам относятся :**

1. Липоевая кислота
2. Гем
3. Глутатион
4. Аскорбиновая кислота
5. ФАД

**3. Кофакторные формы витаминов:**

1. Рибофлавин
2. ФМН
3. Никотиновая кислота
4. Тиаминпирофосфат
5. Пиридоксин

**4. Биологическая роль аскорбиновой кислоты:**

1. Участие в реакциях трансминирования аминокислот
2. Участие в окислительно-восстановительных реакциях
3. Участие в процессах восприятия света
4. Участие в гидроксировании пролина
5. Является биоантиоксидантом

**5. Витамин В6 :**

1. Участие в гидроксировании лизина
2. Участие в реакции трансминирования
3. Является предшественником пиридоксальфосфата
4. Является предшественником биоцитина
5. Осуществляет межмолекулярный перенос одноуглеродных фрагментов

**6. Никотинамидные кофакторы:**

1. Являются производными витамина В1
2. Являются производными витамина РР
3. НАДН
4. ФАДН<sub>2</sub>
5. Осуществляют перенос одноуглеродных групп

**7. Кофактор А:**

1. Участвует в метаболизме углеводов
2. Является кофакторной формой пантотеновой кислоты
3. Осуществляет активацию и перенос остатков карбоновых кислот
4. Осуществляет перенос атомов водорода и алкильных групп
5. Является кофакторной формой никотиновой кислоты

**8. Витамины, относящиеся к группе жирорастворимых:**

1. Витамин А
2. Витамин Е
3. Витамины группы В
4. Аскорбиновая кислота
5. Витамин К

**9. Биологическая роль фолиевой кислоты:**

1. Является предшественником кофакторов
2. Является витамином
3. Антиоксидант
4. Участвует в переносе одноуглеродных групп
5. Участвует в световосприятии.

**10. Реакции, в которых участвует витамин В<sub>2</sub>:**

1. Участие в окислительно-восстановительных реакциях
2. Перенос метильных групп

3. Перенос водородных атомов
4. Реакции трансаминирования
5. Гидроксилирование пролина

**11. Биологическая роль витамина А:**

1. Участие в синтезе РНК
2. Участие в процессах восприятия света
3. Участие в процессах трансаминирования аминокислот
4. Входит в состав кофермента А
5. Входит в состав кофермента В

**12. Витамины, участвующие в процессе тканевого дыхания:**

1. Витамин В<sub>2</sub>
2. Витамин Е
3. ФАД
4. Витамин К
5. Витамин В<sub>6</sub>

**13.** В левой части страницы выпишите столбиком названия витаминов (см. ниже). Напротив каждого обозначения витамина справа укажите его характеристику из списка.

В<sub>1</sub>, В<sub>5</sub> (РР), Е, К, В<sub>12</sub>, В<sub>6</sub>.

1. является предшественником кофермента малатдегидрогеназы;
2. первый из открытых витаминов; является предшественником кофермента пируватдекарбоксилазы; его недостаток приводит к болезни бери-бери (нервные нарушения, полиневрит, паралич);
3. является антиоксидантом, инактивирующим свободные радикалы и защищающим клетки;
4. участвует в реакции превращения метиласпартата в глутамат; к недостатку витамина особенно чувствительна кроветворная ткань, поскольку в ней интенсивно протекают процессы трансметилирования; авитаминоз приводит к анемии (недостаток эритроцитов в крови);
5. способствует превращению одних аминокислот в другие, являясь коферментом аминотрансфераз;
6. участвует в синтезе протромбина; при его недостатке нарушается свёртывание крови.

**14. Напишите структурную формулу убихинона.**

**15. Напишите реакцию с участием аспаратаминотрансферазы**

**Вариант 2**

**1. По химической природе коферменты подразделяются на следующие группы :**

1. Витаминные
2. Переносчики атомов водорода, электронов и протонов
3. Невитаминные
4. Переносчики кислорода
5. Переносчики отдельных химических групп.

**2. К невитаминным коферментам относятся :**

1. ФМН
2. Гем
3. Глутатион
4. Аскорбиновая кислота
5. НАДН

**3. К витаминоподобным коферментам относятся:**

1. Белки
2. Гем
3. Токоферол
4. Убихинон
5. Витамин В<sub>1</sub>

**4. Биологическая роль витамина С:**

1. Участие в реакциях трансаминирования аминокислот
2. Участие в окислительно-восстановительных реакциях

- 3.Участие в процессах восприятия света
- 4.Участие в гидроксировании пролина
- 5.Является биоантиоксидантом

**5. Реакции, в которых участвует витамин В1 :**

- 1.Реакции переноса водородных атомов
- 2.Реакции трансаминирования
- 3.Реакции фосфорилирования
- 4.Реакции декарбоксилирования α-кетокислот
- 5.Межмолекулярный перенос одноуглеродных фрагментов

**6. Флавиновые коферменты:**

- 1.ФМН
- 2.Являются производными витамина РР
- 3.НАДН
- 4.ФАДН<sub>2</sub>
- 5.Являются производными витамина В2

**7. Фосфаты нуклеозидов :**

- 1.НАДН
- 2.АТФ
- 3.ГТФ
- 4.Осуществляет перенос атомов водорода и алкильных групп
- 5.Используются в трансферазных реакциях

**8. Витамины, относящиеся к группе водорастворимых:**

- 1.Пантотеновая кислота
- 2.Витамин Д
- 3.Витамины группы В
- 4.Аскорбиновая кислота
- 5.Витамин К

**9. Биологическая роль пиридоксальфосфата:**

- 1.Является предшественником коферментов
- 2.Является производным витамина В6
- 3.Антиоксидант
- 4.Участвует в переносе одноуглеродных групп
- 5.Участвует в реакциях трансаминирования

**10. Реакции, в которых участвует тетрагидрофолиевая кислота:**

- 1.Реакции переноса Н<sup>+</sup> и электронов в дыхательной цепи митохондрий
- 2.Перенос одноуглеродных групп
- 3.Перенос водородных атомов
- 4.Реакции трансаминирования
- 5.Гидроксирование пролина

**11. Биологическая роль биотина:**

- 1.Участие в процессах карбоксилирования
- 2.Участие в реакциях обмена аминокислот
- 3.Входит в состав кофермента А
- 4.Входит в состав пируваткарбоксилазы
- 5.Является коферментной формой витамина

**12.Витамины, участвующие в процессе тканевого дыхания:**

- 1.Никотиновая кислота
- 2.Витамин В3
- 3.ФАД
- 4.Витамин Е
- 5.Витамин К

**13.** В левой части страницы выпишите столбиком названия витаминов (см. ниже). Напротив каждого обозначения витамина справа укажите его характеристику из списка.  
D, фолиевая кислота, С, К, В<sub>2</sub>, А.

1. является антиоксидантом; стимулирует синтез коллагена в соединительной ткани; его недостаток в итоге приводит к болезни цинге;
2. его активная форма является коферментом дегидрогеназ, например, сукцинатдегидрогеназы;
3. активизирует биосинтез  $\text{Ca}^{2+}$ -связывающего белка; стимулирует отложение кальция в костной ткани; при его недостатке в детском возрасте возникает болезнь рахит;
4. активная форма является коферментом в реакциях переноса одноуглеродных групп; необходим для синтеза азотистых оснований ДНК и РНК и, следовательно, деления клеток;
5. входит в состав сложного белка родопсина в палочках сетчатки; его недостаток приводит к заболеванию куриная слепота (нарушение сумеречного зрения); провитамином является  $\beta$ -каротин (особенно богата морковь);
6. при авитаминозе возможны кровоизлияния.

*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».

### Перечень заданий для контрольных работ

## Вопросы к коллоквиуму 1

по дисциплине «Регуляторные аспекты функционирования ферментов»

**Тема:** Энзимология: предмет, значение.

1. Ферменты и функции.
2. Основные понятия энзимологии.
3. Коферменты и кофакторы.
4. Единицы активности ферментов.
5. Классификация ферментов.

## Вопросы к коллоквиуму 2

по дисциплине «Регуляторные аспекты функционирования ферментов»

**Тема:** Факторы, влияющие на скорость ферментативных реакций.

1. Факторы, влияющие на активность ферментов.
5. Влияние температуры на скорость ферментативной реакции.
6. Влияние концентрации ионов водорода на скорость ферментативной реакции.
7. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата.  
Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение  $K_m$  и максимальной скорости.
8. Ингибирование и активация ферментов.
9. Активация ферментов
10. Механизм действия ферментов.
11. Регуляторные ферменты. Аллостерические ферменты.
12. Ферменты, регулируемые путем ковалентной модификации.

## Вопросы к коллоквиуму 3

по дисциплине «Регуляторные аспекты функционирования ферментов»

**Тема:** Витамины: водорастворимые и жирорастворимые.

1. Водорастворимые витамины: структура и свойства.
2. Жирорастворимые витамины: структура и свойства
3. Коферментные формы витаминов.
4. Биологическая роль витаминов.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
<i>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 метаболизма прокариот</i>	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
<i>Обучающийся способен перечислить и охарактеризовать основные биохимические реакции, рассказать о методологии определения активности того или иного фермента, однако допускает незначительные ошибки при ответе на вопросы.</i>	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>
<i>Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен назвать отдельные биохимические процессы, протекающие в клетках, называет некоторые методы определения активности этих процессов. Не умеет применять полученные знания при решении ситуационных задач. Не умеет анализировать информацию.</i>	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
<i>Обучающийся демонстрирует отрывочные, фрагментарные знания, допускает грубые ошибки при ответе</i>	<i>–</i>	<i>Неудовлетворительно</i>

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Перечень вопросов к зачету

1. Ферменты и функции. Основные понятия энзимологии.
2. Коферменты и кофакторы.
3. Единицы активности ферментов.
4. Факторы, влияющие на активность ферментов.
5. Влияние температуры на скорость ферментативной реакции.
6. Влияние концентрации ионов водорода на скорость ферментативной реакции.
7. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение  $K_m$  и максимальной скорости.
8. Ингибирование и активация ферментов.
9. Активация ферментов
10. Классификация ферментов.
11. Механизм действия ферментов.
12. Регуляторные ферменты. Аллостерические ферменты. Ферменты, регулируемые путем ковалентной модификации.
13. Водорастворимые витамины.
14. Жирорастворимые витамины.

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 качественные шкалы оценок. Критерии оценивания приведены выше.