

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)  
21.03.2022г.

**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 21.03.22, протокол №2
- 8. Учебный год:** 2025-2026 **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.І, 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.І, 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

1. Выход бактериального ферментативного препарата является выражением:

1. удельной активности
2. общей активности
3. степени очистки
4. чистоты ферментативного препарата

Правильный ответ: 2

2. Степень очистки бактериального ферментативного препарата является способом выражения:

1. удельной активности
2. общей активности
3. плотности
4. молекулярной активности

Правильный ответ: 1

3. Лактатдегидрогеназа молочнокислых бактерий в качестве кофермента содержит:

1. АТФ
2. NADH

3. CoA-SH
4. FADH<sub>2</sub>

Правильный ответ: 2

4. Метод «молекулярных сит» основан на разделении веществ по:

1. заряду
2. молекулярной массе
3. окраске
4. форме

Правильный ответ: 2

5. Образование дисульфидных связей в молекуле фермента происходит благодаря присутствию аминокислотных остатков:

1. валина
2. аланина
3. цистеина
4. аргинина

Правильный ответ: 3

### Вопросы с кратким ответом

1. При определении содержания общего количества в экстрактах клеток бактерий на основе биуретовой реакции применим метод \_\_\_\_\_.

Правильный ответ: Лоури

2. Изучение влияния температуры на активность фермента, выделенного из бактериального организма, позволило выявить следующую зависимость:

температура, °C	0	20	40	70	80	90	100
активность (E)	2	90	130	180	120	50	10

К какой группе микроорганизмов (психрофилы, мезофилы и термофилы) относится данная бактерия?

Ответ: термофилы

3. С помощью какого фермента цикла Кребса можно доказать наличие малата в гомогенате, полученном при разрушении аэробных бактериальных клеток?

Ответ: малатдегидрогеназа.

4. Рассчитайте удельную активность фермента, выделенного из бактерии, если известно, что общая активность составила 0,5 мкмоль субстрата в минуту на 1 г ткани, а содержание белка – 5 мг/г.

Ответ: 0,1 мкмоль/мг

5. Реакции образования новых связей, сопряжённые с расходом АТФ катализируют.....

Ответ: лигазы (синтетазы).

6. Процесс перевода фермента в раствор - .....

Ответ: экстракция.

7. Фермент бактериальных организмов, катализирующий следующую реакцию: Пируват + Глутамат --> Аланин + 2-Оксоглутарат, относится к классу .....

Ответ: гидролаз

8. Электрофорез в ПААГ в присутствии ДДС-На проводят для определения молекулярной массы отдельных ..... фермента.

Ответ: субъединиц

## Темы эссе

1. Перечислите способы участия ионов металлов в функционировании бак-териальных ферментов. Содержание верного ответа и указания по оцениванию.

Элементы ответа:

- 1) Изменяют конформацию молекулы субстрата.
- 2) Обеспечивают нативную конформацию активного центра фермента.
- 3) Стабилизируют конформацию белковой молекулы фермента.
- 4) Непосредственно участвуют в ферментативном катализе.

- 5 баллов – содержание эссе соответствует заявленной теме, а также не менее 4 нижеуказанным показателям;
- 4 балла – содержание эссе соответствует заявленной теме, а также не менее 3 нижеуказанным показателям, частично не менее 2 показателям;
- 3 баллов – содержание эссе соответствует заявленной теме, а также частично не менее 3 показателям;
- 2 балла – содержание эссе соответствует заявленной теме, а также частично не менее 2 показателям;
- 0 баллов – содержание эссе не соответствует заявленной теме

2. Чему равна скорость реакции фермента бета-галактозидазы, выделенного из *E. coli*, если максимальная скорость составляет 4 ммоль/мин, концентрация субстрата равна 3Км? Содержание верного ответа и указания по оцениванию.

Ответ:

$$V_0 = 4 \text{ ммоль/мин} \cdot 3\text{Км} / (\text{Км} + 3\text{Км}) = 3 \text{ ммоль/мин}$$

- 5 баллов – задача решена верно (получен правильный ответ, обоснован ход решения);
- 2 балла – решение задачи содержит незначительные ошибки, но приведен правильный ход рассуждений, или получен верный ответ, но отсутствует обоснование хода ее решения, или задача решена не полностью, но получены промежуточные результаты, отражающие правильность хода решения задачи;
- 0 баллов – задача не решена или решение неверно (ход решения ошибочен или содержит грубые ошибки, значительно влияющие на дальнейшее изучение задачи).

## 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>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.