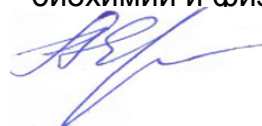


МИНОБРНАУКИ РОССИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«ВОРОНЕЖСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ»  
(ФГБОУ ВО ВГУ)

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой  
биохимии и физиологии клетки  
Епринцев А.Т.  
21.03.2022 г.



## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

Б1.О.28 – Биохимия

**1. Шифр и наименование направления подготовки:**

06.03.01 Биология

**2. Профиль подготовки:** биохимия, биомедицина, биофизика, ботаника, генетика, зоология, физиология

**3. Квалификация (степень) выпускника:** бакалавр

**4. Форма обучения:** очная

**5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** биохимии и физиологии клетки

**6. Составители программы:** Федорин Дмитрий Николаевич, кандидат биологических наук, доцент

**7. Рекомендована:** НМС медико-биологического факультета, протокол № 2 от 21.03.2022г.

**8. Учебный год:** 2023/2024

**Семестр(-ы):** 4

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины:

**Цель** – раскрытие общих закономерностей становления, организации и превращения химических веществ в живых системах, роли биохимических процессов в жизнедеятельности организмов и формирование целостного представления о живом мире.

**Задачи курса:** выяснение особенностей биологических соединений, входящих в состав живых организмов; изучение строения и функций белков, жиров, углеводов; качественное и количественное определение веществ, принадлежащих к различным классам органических соединений; изучение закономерностей развития на основе химических превращений; формирование представлений о применении биохимических методов в диагностике различных заболеваний и патологий.

**10. Место учебной дисциплины в структуре ООП:** Учебная дисциплина относится к обязательной части блока Б1 ОПОП 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
ОПК-2	Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ОПК-2,1	Демонстрирует понимание принципов функционирования системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у растений, животных и человека, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики, иммунологии	<p>Знать: характеристику основных классов биомолекул: белков, углеводов, липидов, витаминов; структуру, механизм действия, способы регуляции ферментов, функции АТФ, NAD(P)H, общую схему катаболических процессов, гликолиз, пути окисления моно- и полисахаридов, пути метаболизма пирувата, цикл Кребса, ЭТЦ митохондрии, хемиосмотическую теорию Митчелла, транспортные системы внутренней митохондриальной мембраны, энергетический баланс дыхания, регуляцию дыхательных процессов, окислительный пентозофосфатный путь, общую схему окисления аминокислот, цикл мочевины, <math>\beta</math>-окисление жирных кислот, общую характеристику анаболических процессов, глюконеогенез, глиоксилатный цикл, биосинтез жирных кислот, синтез аминокислот.</p> <p>Уметь: ориентироваться в методических подходах, систематизировать знания о строении, функциях важнейших классов биомолекул, выявлять особенности обмена веществ в различных биологических системах.</p> <p>Владеть: навыками анализа научного материала; выявлять причинно-следственные связи в процессах развития биологических систем на</p>

				молекулярном уровне.
ОПК-2	Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ОПК-2,3	Применяет знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ, мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности, иммунологии, а также экспериментальных методов для решения профессиональных задач	Знать: принципы современных биохимических методов для определения концентрации основных биологических молекул и изучения метаболических процессов, протекающих в живых организмах. Уметь: применять современные биохимические методы для анализа биологических макромолекул, изучения обмена веществ.  Владеть: навыками работы для количественного и качественного изучения биологических макромолекул, навыками решения задач по определению, константы Михаэлиса, скорости ферментативной реакции, молекулярной активности и т.д.
ОПК-8	Способен использовать методы сбора, обработки, систематизации и представления полевой и лабораторной информации, применять навыки работы с современным оборудованием, анализировать полученные результаты	ОПК-8,1	Проявляет знание основных типов экспедиционного и лабораторного оборудования, особенностей выбранного объекта профессиональной деятельности и условий его содержания	Знать: принципы устройства современного биохимического оборудования и основы работы с аппаратурой для изучения биологических систем на клеточном уровне. Уметь: проводить исследования качественных и количественных показателей метаболизма клетки. Владеть: навыками работы с современным лабораторным оборудованием.

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

**Форма промежуточной аттестации – экзамен**

**13 Трудоемкость по видам учебной работы:**

Вид учебной работы	Трудоемкость			
	Всего	По семестрам		
		№ семестра	№ семестра 4	...
Аудиторные занятия	64		64	
в том числе:	лекции	34		34
	практические			
	лабораторные	34		34
Самостоятельная работа	40		40	
в том числе: курсовая работа (проект)				
Форма промежуточной аттестации (экзамен – __ час.)	36		36	
Итого:	144		144	

### 13.1. Содержание дисциплины:

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
		Лекции	
1.1	Биохимия: предмет, значение Характеристика основных классов биомолекул. Аминокислоты и белки.	Биохимия: предмет, значение. Методы исследования. Характеристика основных классов биомолекул. Аминокислоты, их строение и классификация. Физико-химические свойства аминокислот: оптическая активность, кривые титрования. Образование пептидной связи. Пептиды, биологическое значение пептидов. Белки. Классификация. Простые и сложные белки. Разделение белков. Уровни структурной организации белков. Фибриллярные белки, глобулярные белки.	
1.2	Ферменты: структура, классификация, механизм действия и регуляция	Ферменты: общая характеристика, классификация. Механизм действия ферментов. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Уравнение Лайнуивера-Берка. Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры и pH среды. Ингибиторы и активаторы.	
1.3	Катаболизм и анаболизм	Функции АТФ, NAD(P)H. Общая схема катаболических процессов. Углеводы. Гликолиз – основной путь окисления углеводов. Пути метаболизма пирувата. Цикл Кребса, ЭТЦ, митохондрии. Хемосмотическая теория Митчелла. Транспортные системы внутренней митохондриальной мембраны. Энергетический баланс дыхания. Окислительный пентозофосфатный путь. Общая схема окисления аминокислот. Цикл мочевины. Липиды. $\beta$ -окисление жирных кислот. Общая характеристика анаболических процессов. Глюконеогенез. Реципрокная регуляция глюконеогенеза и гликолиза. Глиоксилатный цикл. Биосинтез жирных кислот. Синтез аминокислот.	
		Лабораторные занятия	
2.1	Характеристика основных классов биомолекул. Аминокислоты и белки.	Техника безопасности при работе в биохимической лаборатории. Цветные реакции на белки. Определение белка по Лоури. Контрольная работа по аминокислотам. Определение изoeлектрической точки казеина. Решение задач по титрованию аминокислот. Контрольная работа по титрованию аминокислот. Определение активности	

п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины	Реализация раздела дисциплины с помощью онлайн-курса, ЭУМК*
		каталазы. Решение задач по теме «Аминокислоты и белки». Тест 1 по теме «Аминокислоты и белки».	
2.2	Ферменты: структура, классификация, механизм действия и регуляция	Определение активности бета-фруктофуранозидазы. Зависимость скорости ферментативной реакции от температуры и pH среды. Определение $K_m$ и $V_{max}$ по экспериментальным точкам. Влияние малоната на активность СДГ. Семинар по теме «Ферменты». (Ингибиторы, активаторы. Классификация ферментов). Тест по теме «Ферменты».	
2.3	Катаболизм и анаболизм	Определение активности уреазы. Семинар по теме «Катаболизм». Тест по теме «Катаболизм и анаболизм. Часть 1». Цветные реакции на сахара. Тест по теме «Катаболизм и анаболизм. Часть 2».	

### 13.2. Темы дисциплины и виды занятий:

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Биохимия: предмет, значение Характеристика основных классов биомолекул. Аминокислоты и белки.	10		12	10	32
2	Ферменты: структура, классификация, механизм действия и регуляция	10		12	10	32
3	Катаболизм и анаболизм	14		10	24	48
	Итого:	34		34	44	112

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентностного 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. Текущая аттестация является обязательной, ее результаты оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть учтены при промежуточной аттестации обучающихся. Formой промежуточной аттестации знаний, умений и навыков обучающихся является экзамен в четвертом семестре.

Обучение лиц с ограниченными возможностями здоровья осуществляется с учетом их индивидуальных психофизических особенностей и в соответствии с индивидуальной программой реабилитации. Для лиц с нарушением слуха информация по учебной дисциплине (рабочая программа дисциплины, фонд оценочных средств, основная и дополнительная литература) размещены на образовательном портале (<http://www.edu.vsu.ru>). На лекционных и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента, а также сурдопереводчиков и тифлосурдопереводчиков. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями слуха проводится в письменной форме, при этом используются общие критерии оценивания. При необходимости, время подготовки на зачете может быть увеличено. Для лиц с нарушением зрения контрольные работы могут быть замещены на устное собеседование по вопросам. На лекционных и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При необходимости, время подготовки на экзамене может быть увеличено. Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата с учетом состояния их здоровья часть занятий может быть реализована дистанционно в форме рефератов и оформления презентаций по темам занятий в соответствии с учебным планом. На лекционных и лабораторных занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях, при необходимости процедура зачета может быть реализована дистанционно.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Северин, Е. С. Биохимия : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР- Медиа, 2019. - 768 с. - ISBN 978-5-9704-4881-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970448816.html</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1	Северин, Е.С. Биохимия [Электронный ресурс] : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016 .— 768 с. — Биохимия [Электронный ресурс] : учебник / под ред. Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2016. — ISBN 978-5-9704-3762-9.
2	Шамраев А. В. Биохимия [Электронный ресурс]: учебное пособие / А. В.Шамраев - Издатель: ОГУ, 2014 – 186 с. <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=search">http://biblioclub.ru/index.php?page=search</a>
3	Современные проблемы биохимии. Методы исследований [Электронный ресурс] : учеб. пособие / Е.В. Барковский [и др.]; под ред. проф. А.А. Чиркина. – Минск: Выш. шк., 2013. – 491 с.: ил. - ISBN 978-985-06-2192-4. <a href="http://www.znaniium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=64&amp;page=6">4.http://www.znaniium.com/catalog.php?item=tbk&amp;code=64&amp;page=6</a>

№ п/п	Источник
4	Тейлор, Д. Биология в 3 т / Д. Тейлор ; Грин Н. ; Стаут У. — 4-е изд., испр. (эл.) .— Москва : БИНОМ. Лаборатория знаний, 2013 .— 452 с. — <URL: <a href="http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214477">http://biblioclub.ru/index.php?page=book&amp;id=214477</a> >.
5	Жеребцов Н.А. Биохимия: учеб. / Н.А. Жеребцов, Т.Н. Попова, В.Г. Артюхов. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 2002. – 696с.
6	Землянухин А.А. Практикум по биохимии / А.А. Землянухин. - Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та, 1993.

**в) информационные электронно-образовательные ресурсы:**

№ п/п	Ресурс
1	Электронный УМК, курс «Биохимия» - <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2441">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2441</a>

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

№ п/п	Источник
1.	Биохимические методы исследования ферментов глиоксилатного цикла и ЦТК : учебно-методическое пособие для вузов (практикум) / Н.В. Селиванова, Д.Н. Федорин, А.Т. Епринцев ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2014 .— 39 с.
2.	Фалалеева М. И.. Структура и функциональная роль аминокислот, пептидов и белков: учебное пособие для студентов вузов / М.И. Фалалеева, А.Т. Епринцев, Д.Н. Федорин. — Воронеж : Издательский дом ВГУ, 2016 . .— 69 с.
3.	Фотосинтез в схемах : учебное пособие для студ. вузов / А.Т. Епринцев, Д.Н. Федорин ; Воронеж. гос. ун-т .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2009 .— 121 с.

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

Неисключительные права на ПО Dr. Web Enterprise Security Suite Комплексная защита Dr. Web Desktop Security Suite + Центр управления на 12 месяцев, 1400 ПК (Продление) – лицензия действует до января 2021, дог. 3010-07/05-20 от 27.01.2020

Программная система для обнаружения текстовых заимствований в учебных и научных работах Антиплагиат.ВУЗ – лицензия действует до мая 2021, дог. 2019.91375 от 01.04.2019

**18. Материально-техническое обеспечение дисциплины:**

Учебная лаборатория биохимии и физиологии растений (для проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.1, ауд. 367)	Термостат ТС-80, Весы Ohaus, Спектрофотометр СФ 56, ФЭК КФК-2, Спектрофотометр СФ 2000, Весы, Центрифуга Eppendorf, Спектрофотометр Т70+, , Термостаты ТС 1/20 СПУ и ТС 1/80 СПУ,
Учебная лаборатория микробиологии (для	Специализированная мебель, , мультимедийный проектор

проведения занятий семинарского типа, текущего контроля и промежуточной аттестации) (г.Воронеж, площадь Университетская, д.1, пом.І, ауд. 369)	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.	Биохимия: предмет, значение. Характеристика основных классов биомолекул. Аминокислоты и белки.	ОПК-2 ОПК-8	ОПК-2,1 ОПК-2,3 ОПК-8,1	Тест 1
2.	Ферменты: структура, классификация, механизм действия и регуляция	ОПК-2	ОПК-2,1 ОПК-2,3	Тест 2
3	Катаболизм и анаболизм	ОПК-2	ОПК-2,1 ОПК-2,3	Тест 3 Тест 4
Промежуточная аттестация форма контроля – экзамен				Вопросы к экзамену

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

### 20.1. Текущий контроль успеваемости

Контроль успеваемости по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

**Тема:** Биохимия: предмет, значение. Характеристика основных классов биомолекул. Аминокислоты и белки.



## Примеры заданий для теста №1

**Образование водородных связей в молекуле белка возможно между боковыми радикалами аминокислотных остатков:**

1. глицина и аланина,
2. глутаминовой кислоты и серина,
3. серина и аспарагиновой кислоты,
4. треонина и аспарагиновой кислоты,
5. валина и фенилаланина.

**Для какой аминокислоты верно следующее утверждение: «Единственная аминокислота, содержащая замещенную  $\alpha$ -аминогруппу, влияет на процесс свертывания белковой цепи, так как служит местом вынужденного изгиба цепи». Выберите правильный ответ:**

- 1) гистидин, 2) пролин, 3) цистеин, 4) цистин, 5) глицин.

**Критерии оценки:**

- оценка «отлично» выставляется студенту, если из 20 предложенных вопросов минимум на 18 он ответил верно;
- оценка «хорошо» если из 20 предложенных вопросов минимум на 14 он ответил верно;
- оценка «удовлетворительно» если из 20 предложенных вопросов минимум на 10 он ответил верно;
- оценка «неудовлетворительно» если из 20 предложенных вопросов он ответил верно менее чем на 7 вопросов.

**Тема:** Ферменты: структура, классификация, механизм действия и регуляция

## Пример задания для теста №2

**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

**Критерии оценки:**

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если из 18 предложенных вопросов минимум на 12 он ответил верно;
- оценка «не зачтено» - если из 18 предложенных вопросов он ответил верно менее чем на 12 вопросов.

**Тема:** «Катаболизм и анаболизм»

## Примеры заданий для теста №3

**Энергетический выход гликолиза в анаэробных условиях составляет:**

1. 2 АТФ;
2. 2 АТФ и 2 NADH;
3. 2 NADH;

4. 8 АТФ и 2 NADH;
5. 38 АТФ.

**Ферменты, участвующие в превращении пирувата в аэробных условиях:**

1. Аланиндегидрогеназа;
2. Алкогольдегидрогеназа;
3. Лактатдегидрогеназа;
4. Пируватдегидрогеназа;
5. Пируватдекарбоксилаза

**Критерии оценки:**

оценка «отлично» выставляется студенту, если из 20 возможных баллов он набирает 18;  
оценка «хорошо» выставляется студенту, если из 20 возможных баллов он набирает минимум 14;

оценка «удовлетворительно» выставляется студенту. если из 20 возможных баллов он набирает минимум 10;

оценка «неудовлетворительно» выставляется студенту, если из 20 возможных баллов он не набирает минимум – 10 баллов.

**Тема: «Катаболизм и анаболизм»**

**Пример задания для теста №4**

**Ферменты глюконеогенеза, участвующие в образовании фосфоенолпирувата из пирувата:**

- 1) малатдегидрогеназа;
- 2) Алкогольдегидрогеназа;
- 3) Лактатдегидрогеназа;
- 4) Пируватдегидрогеназа;
- 5) Пируваткарбоксилаза

**Критерии оценки:**

оценка «отлично» выставляется студенту, если из 16 предложенных вопросов минимум на 14 он ответил верно;

оценка «хорошо» если из 16 предложенных вопросов минимум на 12 он ответил верно;

оценка «удовлетворительно» если из 16 предложенных вопросов минимум на 8 он ответил верно;

оценка «неудовлетворительно» если из 16 предложенных вопросов он ответил верно менее, чем на 8 вопросов.

**Требования к защите лабораторной работы**

Овладение методическими приёмами.

Выполнение работы.

Оформление работы (Название, цель, ход работы, выводы).

Знание принципиальных основ метода, используемого в данной работе.

- оценка «зачтено» выставляется студенту, если студент выполнил все перечисленные требования;

- оценка «не зачтено» если студент не выполнил хотя бы одно из перечисленных требований;

Результаты текущей аттестации оцениваются в балльной системе и по решению кафедры могут быть зачтены в качестве промежуточной аттестации обучающихся.

## 20.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

### Вопросы к экзамену

1. Физические свойства аминокислот (оптические свойства, кривые титрования).
  2. Классификация аминокислот. Аминокислоты с гидрофобными неполярными радикалами.
  3. Аминокислоты с полярными радикалами.
  4. Аминокислоты с заряженными радикалами.
  5. Химические свойства АК, образование пептидной связи.
  6. Нестандартные аминокислоты.
  7. Пептиды, их строение, биологическая роль.
  8. Белки и их функции. Простые и сложные белки.
  9. Формирование вторичной структуры.  $\alpha$ - и  $\beta$ -кератины.
  10. Глобулярные белки. Третичная и четвертичная структуры.
  11. Основные понятия энзимологии (коферменты и кофакторы, холофермент и апофермент, типы реакций, катализируемых ферментами).
  12. Единицы активности ферментов.
  13. Мультиферментный комплекс.
  14. Факторы, влияющие на активность ферментов.
  15. Активный центр.
  16. Механизм действия ферментов.
  17. Специфичность действия ферментов.
  18. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен.
  19. Определение  $K_m$  и максимальной скорости графическим путем.
  20. Типы ингибирования ферментов.
  21. Изоферменты и изоформы.
  22. Аллостерические ферменты.
  23. Оксидоредуктазы.
  24. Трансферазы.
  25. Гидролазы.
  26. Лиазы.
  27. Изомеразы
  28. Лигазы.
  29. Водорастворимые витамины.
  30. Жирорастворимые витамины.
  31. Классификация коферментов по химической природе.
  32. Классификация коферментов по механизму действия.
  33. Фазы метаболизма – катаболизм и анаболизм.
  34. Функции АТФ,  $\Delta^iH$ ,  $\Delta^iNa$ ,  $NAD(P)H$ .
  35. Главные стадии катаболических процессов.
  36. Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы.
  37. Пути превращения пирувата.
  38. Цикл Кребса.
  39. Электронтранспортная цепь митохондрий.
  40. Хемосмотическая теория Митчелла.
  41. Транспортные системы внутренней митохондриальной системы.
  42. Энергетический баланс дыхания.
  43. Жиры. Жирные кислоты.
  44. Бета-окисление жирных кислот.
  45. Пентозофосфатный путь.
  46. Глюконеогенез.
  47. Превращение запасных жиров в углеводы.
-

48. Глиоксилатный цикл.  
 49. Биосинтез жирных кислот.  
 50. Метаболизм аминокислот.

Код(ы)	Показатель сформированности компетенции	Шкала и критерии оценивания уровня освоения компетенции			
		5	4	3	2
ОПК-2,1	Знает важность биохимических процессов в формировании целостного представления о живом мире; общие закономерности организации биологических макромолекул, особенности превращений химических веществ в живых системах.	Сформированные знания о биохимических процессах в формировании целостного представления о живом мире; общих закономерностях организации биологических макромолекул, особенностях превращений химических веществ в живых системах.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о живом мире; общих закономерностях организации биологических макромолекул, особенностях превращений химических веществ в живых системах.	Неполное представление о живом мире; общих закономерностях организации биологических макромолекул, особенностях превращений химических веществ в живых системах.	Фрагментарные знания или отсутствие знаний
	Умеет систематизировать и выявлять особенности обмена веществ в различных биологических системах.	Сформированное умение систематизировать и выявлять особенности обмена веществ в различных биологических системах.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении систематизировать и выявлять особенности обмена веществ в различных биологических системах.	Успешное, но не системное умение выявлять особенности обмена веществ в различных биологических системах.	Фрагментарные умения или отсутствие умений
	Владеет способностью систематизировать и выявлять особенности обмена веществ в различных биологических системах.	Сформированные навыки анализа и систематизации научного материала.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы умение анализа и систематизации научного материала.	Успешное, но не системное умение анализа научного материала.	Отсутствие навыков

ОПК-2,3;ОПК-8,1	<i>Знает</i> принципы современных экспериментальных методов работы с биологическими объектами, основы работы с современной аппаратурой.	Сформированные знания о принципах современных экспериментальных методов работы с биологическими объектами, основах работы с современной аппаратурой.	Сформированные, но содержащие отдельные пробелы представления о принципах современных экспериментальных методов работы с биологическими объектами, основах работы с современной аппаратурой	Неполное представление о принципах современных экспериментальных методов работы с биологическими объектами, основах работы с современной аппаратурой	Фрагментарные знания или отсутствие знаний
	<i>Умеет:</i> применять современные биохимические методы для изучения обмена веществ.	Сформированное умение применять современные биохимические методы для изучения обмена веществ.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы в умении применять современные биохимические методы для изучения обмена веществ.	Успешное, но не системное умение применять современные биохимические методы для изучения обмена веществ.	Фрагментарные умения или отсутствие умений
	<i>Владеет</i> навыками работы с современной аппаратурой для количественного и качественного изучения биологических макромолекул.	Сформированные навыки анализа при работе с современной аппаратурой для количественного и качественного изучения биологических макромолекул.	Успешное, но содержащее отдельные пробелы освоение навыков анализа при работе с современной аппаратурой для количественного и качественного изучения биологических макромолекул.	Успешное, но не системное освоение навыков анализа при работе с современной аппаратурой для количественного и качественного изучения биологических макромолекул.	Отсутствие навыков

#### Порядок формирования КИМ

Контрольно-измерительные материалы промежуточной аттестации включают в себя теоретические вопросы, позволяющие оценить уровень полученных знаний, степень сформированности умений и навыков деятельности в области биохимии. Каждый КИМ содержит по два вопроса из предложенного списка. Критерии оценивания приведены выше.

Пример КИМ по учебной дисциплине: Б1.О.28 Биохимия

УТВЕРЖДАЮ  
Заведующий кафедрой биохимии и физиологии клетки  
А.Т. Епринцев

Направление подготовки 06.03.01 Биология  
Дисциплина Б1.О.28 Биохимия

Форма обучения Очная

Вид контроля Экзамен

### **Контрольно-измерительный материал № 1**

1. Физические свойства аминокислот (оптические свойства, кривые титрования).
2. Влияние температуры на скорость ферментативной реакции.