

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации  
Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Владимирский государственный университет  
имени Александра Григорьевича и Николая Григорьевича Столетовых»  
(ВлГУ)

Педагогический институт  
(наименование института)



УТВЕРЖДАЮ:  
Директор института

Ариамонова М. В.

« 31 » 08 2021 г.

## РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ

### Биологическая химия

(наименование дисциплины)

### направление подготовки / специальность

44.03.05 Педагогическое образование (с двумя профилями подготовки)  
(код и наименование направления подготовки (специальности))

### направленность (профиль) подготовки

Биология. География

(направленность (профиль) подготовки)

Владимир, 2021

## 1. ЦЕЛИ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ

**Целью освоения дисциплины** «Биологическая химия» является приобретение студентами устойчивых знаний о химическом строении биомолекул и основных закономерностях формирования сложной системы химических реакций в организме, лежащих в основе жизнедеятельности.

**Задачи:** изучение соединений, входящих в состав живой материи, процессов их обмена, молекулярных механизмов наследственности, регуляции биохимических процессов в организме.

## 2. МЕСТО ДИСЦИПЛИНЫ В СТРУКТУРЕ ОПОП ВО

Дисциплина «Биологическая химия» относится к части учебного плана, формируемой участниками образовательных отношений.

## 3. ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ОБУЧЕНИЯ ПО ДИСЦИПЛИНЕ

Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения ОПОП (компетенциями и индикаторами достижения компетенций):

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине, в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
УК-1. Способен осуществлять поиск, критический анализ и синтез информации, применять системный подход для решения поставленных задач.	УК-1.1. Знает принципы сбора, отбора и обобщения информации. УК-1.2. Умеет соотносить разнородные явления и систематизировать их в рамках избранных видов профессиональной деятельности. УК-1.3. Владеет навыками научного поиска и практической работы с информационными источниками; методами принятия решений.	<i>Знает:</i> особенности системного и критического мышления. <i>Умеет:</i> анализировать источники информации, давать им оценку, формировать собственное суждение. <i>Владеет:</i> способностью к обобщению и анализу научной информации.	Коллоквиумы, защита лабораторных работ.
ПК-3. Способен реализовывать образовательные программы различных уровней в соответствии с современными методиками и технологиями, в том числе информационными, для обеспечения качества учебно-воспитательного процесса.	ПК-3.1. Разрабатывает и реализует основные и дополнительные образовательные программы по своей дисциплине с учетом современных методов и технологий. ПК-3.2. Применяет современные информационные технологии в урочной и внеурочной деятельности сопровождения образовательного процесса. ПК-3.3. Применяет современные методики в организации воспитательного процесса.	<i>Знает:</i> структуру и содержание современных программ по биологии и химии в средней общеобразовательной школе. <i>Умеет:</i> решать профессионально-педагогические задачи по развитию личности обучающегося посредством изучения биологии и химии. <i>Владеет:</i> навыками решения практико-ориентированных задач в области биологии и химии.	Коллоквиумы, защита лабораторных работ.
ПК-6. Способен проектировать содержание образовательных программ и их элементов.	ПК-6.1. Способен формировать и реализовывать программы развития универсальных учебных действий. ПК-6.2. Демонстрирует знание содержания образовательных программ по своей дисциплине. ПК-6.3. Способен проектировать образовательные программы различных уровней и элементы образовательных программ в своей предметной области.	<i>Знает:</i> современные образовательные технологии, методики обучения биологии и химии. <i>Умеет:</i> проектировать рабочие программы по биологии и химии. <i>Владеет:</i> категориально-понятийным аппаратом современной теории и методики обучения биологии, системой проектирования содержания учебного предмета «Биология».	Коллоквиумы, защита лабораторных работ.

## 4. ОБЪЁМ И СТРУКТУРА ДИСЦИПЛИНЫ

Трудоёмкость дисциплины составляет 5 зачётных единиц, 180 часов.

### Тематический план форма обучения — очная

№ п/п	Наименование тем и/или разделов/тем дисциплины	Семестр	Неделя семестра	Контактная работа обучающихся с педагогическим работником				Самостоятельная работа	Формы текущего контроля успеваемости, форма промежуточной аттестации (по семестрам)
				Лекции	Практические занятия	Лабораторные работы	в форме практической подготовки		
1	Введение	6	1	1					
2	Белки	6	2—6	5		10	5	4	
3	Ферменты	6	7—10	4		8	4	4	Рейтинг-контроль 1
4	Коферменты и витамины	6	11—12	2		8	3	4	Рейтинг-контроль 2
5	Нуклеиновые кислоты и их обмен	6	13—18	6		10	5	4	Рейтинг-контроль 3
6	Методы исследования биополимеров	6	6—14					14	
<b>Всего за 6-й семестр:</b>				<b>18</b>		<b>36</b>		<b>18</b>	<b>Зачет</b>
7	Обмен белков	7	1—4	4		6	3	6	
8	Углеводы и их обмен	7	5—8	4		4	2	6	Рейтинг-контроль 1
9	Липиды и их обмен	7	9—10	2		4	2	6	
10	Биологическое окисление	7	11—14	4			2	6	Рейтинг-контроль 2
11	Водный и минеральный обмен	7	14—15					4	
12	Гормоны	7	15	2		4	2	6	
13	Взаимосвязь процессов обмена веществ	7	16—17	2				6	
14	Регуляция процессов жизнедеятельности	7	17—18					5	Рейтинг-контроль 3
<b>Всего за 7-й семестр:</b>				<b>18</b>		<b>18</b>		<b>45</b>	<b>Экзамен (27)</b>
Наличие в дисциплине КП/КР									
<b>Итого по дисциплине</b>				<b>36</b>		<b>54</b>		<b>63</b>	<b>Зачет, экзамен (27)</b>

### Содержание лекционных занятий по дисциплине

#### Тема 1. Введение

Предмет и задачи биохимии. Статическая, динамическая и функциональная биохимия. Методы биохимических исследований и их характеристика.

Химический состав организмов. Характеристика основных классов химических соединений, входящих в состав живой материи. Определение понятий об обмене веществ, энергии и информации: метаболизм, катаболизм, анаболизм, рецепторные системы, хранение и передача генетической информации.

#### Тема 2. Белки

Первичная структура. Доказательства полипептидной теории строения белка. Строение, изомерия и физико-химические свойства протеиногенных аминокислот.

Вторичная структура. Электронное и пространственное строение пептидной группы, его влияние на конформацию белков. Параметры  $\alpha$ -спирали и  $\beta$ -структуры. Полипролиновая спираль. Нерегулярные вторичные структуры. Связь первичной и вторичной структур белковой молекулы.

Третичная структура. Глобулярные и фибриллярные белки. Типы связей, обеспечивающих поддержание третичной структуры белковой молекулы. Гидрофобные ядра в моле-

кулах глобулярных белков. Домены и структурные мотивы. Классификация пространственных структур. Значение третичной структуры белковой молекулы для проявления её биологической активности. Денатурация и ренатурация белков.

Четвертичная структура. Типы связей между субъединицами в эпимолекулах. Понятие о контактных площадках у субъединиц, их комплементарности и принципе самосборки эпимолекул. Кооперативные эффекты в олигомерных белках.

Высшие структуры фибриллярных белков. Особенности строения  $\alpha$ -кератина, фиброина, коллагена.

Простые и сложные белки. Общая характеристика металлопротеинов, фосфопротеинов, гликопротеинов, хромопротеинов, липопротеинов, нуклеопротеинов.

### **Тема 3. Ферменты**

Понятие о ферментативном катализе.

Строение каталитического центра ферментов. Понятие о субстратном и аллостерическом центрах в молекуле фермента, их взаимодействие в процессе ферментативного катализа.

Механизм действия ферментов. ES, ES' и EP-комплексы, роль их в понижении энергетического барьера реакции. Изменение третичной и четвертичной структуры молекул ферментов в процессе ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса — Ментен. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата и фермента.

Свойства ферментов: термолабильность, зависимость активности от значения pH среды, ионной силы раствора, специфичность. Активаторы и ингибиторы ферментов. Конкурентное и неконкурентное торможение действия ферментов. Связь между конформацией ферментов и каталитической активностью.

Классификация и номенклатура ферментов. Классы ферментов: оксидоредуктазы, трансферазы, гидролазы, лиазы, изомеразы, лигазы (синтетазы). Характеристика основных подклассов и подподклассов перечисленных классов ферментов.

Локализация ферментов в клетке. Пространственная разобщенность реакций распада и синтеза в клетке. Промышленное получение и практическое использование ферментов.

### **Тема 4. Коферменты и витамины**

Коферменты. Типы связей между коферментами и апоферментами. Коферменты — переносчики водорода и электронов (ФМН, ФАД, НАД, НАДФ), переносчики групп (АТФ, НДФ-сахара, коэнзим А, S-аденозилметионин и др.); коферменты с иными функциями.

Роль витаминов в питании человека и животных. Авитаминозы, гиповитаминозы, гипервитаминозы. Взаимосвязь витаминов и коферментов. Классификация и номенклатура витаминов.

Жирорастворимые витамины. Витамин А (ретинол), его роль в зрительном акте. Витамины D<sub>1</sub> (кальциферол), D<sub>2</sub> (эргокальциферол) и D<sub>3</sub> (холекальциферол), их роль в фосфорно-кальциевом обмене. Витамин Е (токоферол), его участие в окислительно-восстановительных процессах. Витамин К (филлохинон), его отношение к системе свертывания крови.

Водорастворимые витамины. Витамины В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>12</sub> и их значение в обмене веществ. Витамин С (аскорбиновая кислота), строение и роль в обмене веществ. Витамин Р (рутин). Взаимообусловленность действия витаминов С и Р. Витамин Н (биотин), его строение и роль в реакциях карбоксилирования.

Другие биоактивные соединения: авитамины, антибиотики, ростовые вещества, фитонциды (важнейшие представители и механизмы действия).

### **Тема 5. Нуклеиновые кислоты и их обмен**

Химический состав нуклеиновых кислот. Различия между ДНК и РНК по составу главных и минорных оснований, характеру углевода, молекулярной массе, локализации в клетке и функциям.

Первичная структура ДНК. Нуклеотидный состав ДНК; правила Е. Чаргаффа. Вторичная структура ДНК (модель Дж. Уотсона и Ф. Крика). Принцип комплементарности пурино-

вых и пиримидиновых оснований и его реализация в структуре ДНК. Природа сил, удерживающих молекулу ДНК в биспиральном состоянии. Третичная структура ДНК. Репликоны. Структура хроматина ядра и хромосомы. Нуклеосомы и их строение. Современные представления о структуре гена. Особенности молекулярной организации генома прокариот и эукариот. Генетическая инженерия, ее задачи и возможности.

Рибонуклеиновые кислоты, их классификация (тРНК, рРНК, мРНК). Первичная и вторичная структуры тРНК (модель «клеверный лист»). Виды рРНК и их функции. Первичная и вторичная структура 5S рРНК, 16S рРНК и 23S рРНК. Структура мРНК.

Пути распада нуклеиновых кислот до свободных нуклеотидов. Фосфодиэстеразы и их участие в деструкции нуклеиновых кислот. Механизм действия рибонуклеазы поджелудочной железы. Селективный характер действия эндорибонуклеаз. Дезоксирибонуклеазы I и II, характер их каталитической активности. Применение нуклеаз в медицине.

Обмен нуклеозидфосфатов. Механизм реакций распада пуриновых и пиримидиновых оснований.

Биосинтез нуклеозидфосфатов. Уридин-5'-монофосфат (УМФ) и инозин-5'-монофосфат (ИМФ) как первичные продукты биосинтеза пиримидиновых и пуриновых нуклеотидов.

Механизм биосинтеза ДНК. Ферменты (РНК-полимераза, гибридаза, ДНК-полимераза, лигаза) и белковые факторы (ДНК-раскручивающие и ДНК-связывающие белки), участвующие в репликации ДНК. Комплементарный механизм обеспечения специфичности воспроизведения первичной структуры при биосинтезе ДНК. Консервативный и полуконсервативный механизм репликации ДНК. Челночный механизм биосинтеза ДНК, фрагменты Оказаки. РНК-зависимая ДНК-полимераза (обратная транскриптаза или ревертаза). Репликация кольцевых форм ДНК. Регуляция биосинтеза ДНК в клетке. Природа спонтанного и искусственного мутагенеза.

Биосинтез РНК (транскрипция). Строение, свойства и механизм действия РНК-полимераз. Локализация биосинтеза РНК в клетке. Полицистронный механизм биосинтеза РНК. Информосомы и информомеры как первичные формы существования новообразованных РНК. Метилирование интактных молекул РНК (тРНК) при посредстве РНК-метиляз. Регуляция биосинтеза РНК.

### **Тема 7. Обмен белков**

Пути распада белков. Характеристика ферментов, обеспечивающих осуществление гидролиза белков до пептидов и аминокислот. Селективный характер действия пептидпептидогидролаз (трипсина, химотрипсина, пепсина и др.). Объем и скорость обновления белков различных тканей и органов.

Метаболизм аминокислот. Активный перенос аминокислот через клеточные мембраны при посредстве  $\gamma$ -глутамилтрансферазы. Преобразование аминокислот по аминогруппе, карбоксильной группе и радикалу: механизм соответствующих реакций и характеристика ферментов, в них участвующих. Обмен аминокислот как источник возникновения биологически активных соединений. Конечные продукты распада аминокислот. Пути связывания аммиака в организме. Механизм биосинтеза мочевины (орнитиновый цикл). Роль аспарагина и глутамина в связывании аммиака. Пути новообразования аминокислот в природе и их соотношение у различных классов организмов.

Матричная теория биосинтеза белков. Общая схема матричного биосинтеза белков. Активирование аминокислот. Характеристика аминоацил-тРНК-синтетаз. Аминоацил-тРНК, их структура, свойства и функции. Роль рибосом в биосинтезе белка. Этапы трансляции: инициация, элонгация, терминация. Код белкового синтеза. Посттрансляционная модификация белков. Регуляция рибосомального биосинтеза белков.

### **Тема 8. Углеводы и их обмен**

Общая характеристика углеводов. Моносахариды: изомерия, конформации, физические и химические свойства, представители. Дисахариды: типы строения, свойства, представители. Полисахариды: классификация, структура, свойства, представители.

Пути распада полисахаридов и олигосахаридов. Ферменты гидролиза полисахаридов. Гликозидазы. Фосфолиз сложных углеводов: фосфоорилазы, их строение и механизм дей-

ствия. Активирование фосфорилаз при участии циклического АМФ и протеинкиназ. Метаболизм моносахаридов. Роль реакции фосфорилирования в активировании моносахаридов. Изомеразы фосфорных эфиров моносахаридов и нуклеозиддифосфатсахаров. Обмен глюкозо-6-фосфата (дихотомический и апотомический пути, их соотношение в организме). Обмен пировиноградной кислоты. Гликолиз и гликогенолиз. Химизм спиртового брожения. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты при посредстве мультиэнзимного комплекса. Цикл трикарбоновых и дикарбоновых кислот.

Биосинтез углеводов. Механизм первичного биосинтеза углеводов в процессе фотосинтеза и хемосинтеза, его энергетическое обеспечение. Рибулозо-1,5-дифосфат как акцептор оксида углерода (IV) и источник 3-фосфоглицериновой кислоты. Иные пути акцептирования оксида углерода (IV) при первичном биосинтезе органического вещества (фосфоенолпируватный и ацил-КоА-карбоксилазный). Схема превращения 3-фосфоглицериновой кислоты во фруктозо-6-фосфат. Особенности биосинтеза простых углеводов у гетеротрофов. Проблема асимметрического синтеза в живой природе. Трансгликозилирование и его роль в биосинтезе олиго- и полисахаридов. Сопряжение образования гликозидных связей в молекулах олиго- и полисахаридов с распадом связей в донорах гликозильных остатков.

### **Тема 9. Липиды и их обмен**

Общая характеристика липидов. Классификация липидов.

Жиры (триглицериды), их структура и разнообразие в природе по качественному составу и соотношению высших жирных кислот. Простые и смешанные триглицериды. Геометрическая изомерия остатков непредельных высших кислот в составе триглицеридов и форма молекул триглицеридов. Физические и химические свойства триглицеридов.

Обмен триглицеридов. Гидролиз их при участии липазы и алиэстеразы. Регуляция активности липазы при участии цАМФ. Обмен глицерина.  $\alpha$ - и  $\beta$ -окисление высших жирных кислот: механизм, локализация в клетке и соотношение в животном и растительном царстве. Обмен ацетил-КоА. Глиоксильный цикл. Механизм биосинтеза высших жирных кислот. Малонил-КоА как акцептор ацильных остатков. Ферменты, обеспечивающие ускорение реакций на отдельных этапах ступенчатого удлинения радикала кислоты. Строение и механизм действия синтетазы высших жирных кислот. Локализация биосинтеза высших жирных кислот в клетке. Механизм биосинтеза триглицеридов.

Фосфолипиды, структура их молекул, характеристика высших жирных кислот, азотистых оснований и многоатомных спиртов, входящих в их состав. Пути распада фосфатидов в организме. Характеристика фосфолипаз А, В, С и D. Обмен холина. Механизм биосинтеза фосфатидов, роль цитидиндифосфатхолина в этом процессе.

Гликолипиды, их состав и строение. Цереброзиды и ганглиозиды, функции гликолипидов в тканях и органах. Обмен гликолипидов.

### **Тема 10. Биологическое окисление**

Классификация процессов биологического окисления. Два типа оксидоредуктаз. Характеристика важнейших оксидоредуктаз первого типа: медьсодержащих оксидаз (аскорбатоксидаза, уриказа, цитохромоксидаза); флавопротеидов (оксидаза L-аминокислот, липоилдегидрогеназа, гликолатоксидаза); НАД- и НАДФ-протеидов; железосодержащих переносчиков электронов (негеминовой природы — ферредоксины и геминовой природы — цитохромы). Ансамбли оксидоредуктаз.

Оксигеназы и гидроксилазы. Свойства оксигеназ и механизм их действия. Пирокатехаза, вероятная модель ее активного центра. Триптофаноксигеназа (триптофанпирролаза), ее тройной комплекс с кислородом и триптофаном. Характеристика гидроксилаз; важнейшие представители: фенолаза, фенилаланин-4-гидроксилаза, скваленциклогидроксилаза.

Сопряжение биологического окисления с фосфорилированием на уровне субстрата (в процессах гликолиза и брожения) и на уровне электротранспортной цепи (в митохондриальном аппарате). Дыхательная цепь ферментов, осуществляющих сопряжение окисления с фосфорилированием. Шкала редокspotенциалов компонентов электротранспортной цепи. Особенности строения дыхательной цепи у эукариот и прокариот. Ингибиторы ферментов дыхательной цепи. Локализация окислительного фосфорилирования в клетке. Гипотезы о

механизме сопряжения окисления с фосфорилированием. Роль мембранного потенциала. Регуляция окислительного фосфорилирования в митохондриях. Разобщение окисления и фосфорилирования. Свободное окисление, переключение с окисления, сопряженного с фосфорилированием, на свободное окисление. Пероксисомы и их функции. Микросомальная дыхательная цепь, ее особенности.

Энергетический эффект распада углеводов; сопоставление брожения, гликолиза и дыхания по этому показателю. Энергетический эффект окисления триглицеридов и других липидов. Биологическое окисление в процессе эволюции живых организмов.

### **Тема 12. Гормоны**

Номенклатура и классификация гормонов.

Стероидные гормоны: строение, свойства и функциональная активность кортикостерона, альдостерона, тестостерона, эстрадиола, эдизона. Механизм действия стероидных гормонов. Биосинтез стероидных гормонов и его регуляция. Роль цАМФ в регуляции биосинтеза стероидных гормонов.

Пептидные гормоны, структура и функции. Характеристика важнейших из них (ангиотензин, окситоцин, вазопрессин, гастрин, глюкагон, инсулин, адренкортикотропный гормон, меланоцитостимулирующий гормон, паратгормон, тиреотропин, соматотропный гормон). Механизм действия пептидных гормонов и их биосинтез.

Прочие гормоны: адреналин, тироксин, ювенильный гормон насекомых, ауксин, гиббереллины, цитокинины, простагландины; их структура, механизм действия, биосинтез. Релизинг-факторы и их роль в регуляции биосинтеза гормонов.

### **Тема 13. Взаимосвязь процессов обмена веществ**

Общие положения о взаимосвязи обмена веществ в организме. Соотношение первичного и вторичного биосинтеза у автотрофных организмов. Взаимосвязь превращения веществ у гетеротрофных организмов.

Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и белков. Первичность возникновения белков и вторичность появления нуклеиновых кислот в процессе развития живой материи. Конкретные формы взаимосвязи обмена белков и нуклеиновых кислот.

Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и углеводов. Роль 5-фосфорибулозо-1-пирофосфата в биосинтезе пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Сопряжение окисления углеводов и биосинтеза нуклеозидтрифосфатов. Нуклеозиддифосфатсахара как коферменты. и субстраты в биосинтезе сложных углеводов.

Взаимосвязь обмена нуклеиновых кислот и липидов. Сопряженность фосфорилирования АДФ с окислением высших жирных кислот. Нуклеозиддифосфатхолин как центральный метаболит при биосинтезе фосфатидов.

Взаимосвязь белкового и углеводного обмена. Роль пировиноградной кислоты в осуществлении перехода от углеводов к белкам и обратно. Иные формы связи белкового и углеводного обмена.

Взаимосвязь обмена белков и липидов. Синтез аминокислот за счет превращения ацетил-КоА в глиоксильном цикле и цикле трикарбоновых и дикарбоновых кислот. Липопротеидные мембраны и биосинтез белков.

Взаимосвязь обмена углеводов и липидов; роль ацетил-КоА в этом процессе.

## **Содержание лабораторных занятий по дисциплине**

### **Тема 2. Белки**

Лабораторная работа № 1. Цветные реакции на аминокислоты и белки.

Лабораторная работа № 2. Хроматографический метод определения аминокислот.

Лабораторная работа № 3. Высаливание и осаждение белков.

### **Тема 3. Ферменты**

Лабораторная работа № 4. Влияние температуры на активность  $\alpha$ -амилазы. Специфичность  $\alpha$ -амилазы.

Лабораторная работа № 5. Определение активности пероксидазы и каталазы в продуктах питания.

#### **Тема 4. Коферменты и витамины**

Лабораторная работа № 6. Количественное определение витамина С по Тильмансу.

Лабораторная работа № 7. Количественное определение витамина Р в чае.

#### **Тема 5. Нуклеиновые кислоты и их обмен**

Лабораторная работа № 8. Гидролиз нуклеопротеинов дрожжей.

Лабораторная работа № 9. Количественное определение нуклеиновых кислот в сыворотке крови.

#### **Тема 7. Обмен белков**

Лабораторная работа № 10. Определение общего белка биуретовым методом.

Лабораторная работа № 11. Определение общего белка рефрактометрическим методом.

#### **Тема 8. Углеводы и их обмен**

Лабораторная работа № 12. Химические свойства углеводов.

Лабораторная работа № 13. Определение глюкозы в крови о-толуидиновым методом.

#### **Тема 9. Липиды и их обмен**

Лабораторная работа № 14. Определение физико-химических показателей качества жиров.

Лабораторная работа № 15. Определение желчных кислот в моче.

#### **Тема 12. Гормоны**

Лабораторная работа № 16. Качественные реакции на адреналин.

Лабораторная работа № 17. Количественное определение адреналина по Фолину.

## **5. ОЦЕНОЧНЫЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ТЕКУЩЕГО КОНТРОЛЯ УСПЕВАЕМОСТИ, ПРОМЕЖУТОЧНОЙ АТТЕСТАЦИИ ПО ИТОГАМ ОСВОЕНИЯ ДИСЦИПЛИНЫ И УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ САМОСТОЯТЕЛЬНОЙ РАБОТЫ СТУДЕНТОВ**

### **5.1. Текущий контроль успеваемости**

#### **6-й семестр**

##### ***Рейтинг-контроль 1***

**1. Белки, растворимые в воде и растворах некоторых солей, называются:**

а) альбуминами; б) глобулинами.

**2. В белках аминокислотные остатки связаны между собой:**

а) сложноэфирными связями; б) водородными связями; в) пептидными связями; г) ангидридными связями.

**3. Какие аминокислоты называют незаменимыми?**

а) аминокислоты, не синтезируемые в организме, а поступающие в него с пищей; б) аминокислоты, синтезируемые в организме в достаточном количестве.

**4. Из приведенных ниже названий укажите названия заменимых аминокислот:**

а) цистеин; б) фенилаланин; в) метионин; г) аланин.

**5. Сколько пептидных связей содержится в гексапептиде?**

а) 3; б) 4; в) 6; г) 5.

**6. Что представляют собой структуры белка? а) первичная; б) третичная:**

1) структура, состоящая из определенного числа полипептидных цепей, занимающих строго фиксированное положение относительно друг друга; 2) порядок чередования аминокислот.



кислотных остатков в полипептидной цепи; 3) способ укладки полипептидной цепи в упорядоченную структуру; 4) способ укладки полипептидной цепи в пространстве.

**7. Физиологический минимум белков равен**

а) 100—120 г/сут, б) 30—45 г/сут, в) 120 г/сут.

**8. Какие пептидные связи расщепляет пепсин?**

а) образованные карбоксильной группой ароматических аминокислот; б) образованные карбоксильной группой основных аминокислот; в) образованные аминогруппой ароматических аминокислот.

**9. Какие пептидные связи расщепляет трипсин?**

а) образованные карбоксильной группой ароматических аминокислот; б) образованные карбоксильной группой основных аминокислот; в) образованные аминогруппой ароматических аминокислот.

**10. Какие пептидные связи расщепляет химотрипсин?**

а) образованные карбоксильной группой ароматических аминокислот; б) образованные карбоксильной группой основных аминокислот; в) образованные аминогруппой ароматических аминокислот.

### *Рейтинг-контроль 2*

**1. Ферменты — это:**

а) катализаторы углеводной природы; б) катализаторы белковой природы; в) катализаторы неорганической природы; г) катализаторы липидной природы.

**2. Как называется небелковая часть сложного фермента, отвечающая за катализ?**

а) кофермент; б) апофермент.

**3. К какому классу относятся ферменты, катализирующие реакции переноса функциональных групп и молекулярных остатков с одной молекулы на другую?**

а) гидролазы; б) трансферазы; в) оксидоредуктазы; г) изомеразы.

**4. Как называется центр фермента, в котором происходит присоединение субстрата?**

а) каталитический; б) аллостерический; в) субстратный; г) активный.

**5. Сродство фермента к субстрату характеризует:**

а) константа седиментации; б) константа Михаэлиса; в) константа равновесия.

**6. Ферменты, катализирующие расщепление химических связей без присоединения воды, относятся к классу:**

а) трансфераз; б) лигаз; в) лиаз; г) гидролаз; д) изомераз.

**7. К какому классу относится фермент алкогольдегидрогеназа с индексом КФ 1.1.1.1?**

а) гидролазы; б) трансферазы; в) изомеразы; г) оксидоредуктазы.

**8. Как называется участок молекулы фермента, ответственный одновременно и за присоединение вещества, подвергающегося ферментативному действию, и за осуществление ферментативного катализа?**

а) гидрофобный центр; б) каталитический центр; в) активный центр; г) адсорбционный центр; е) аллостерический центр.

**9. При каком pH большинство ферментов проявляют максимальную активность?**

а) кислотом pH=1,5—2,0, б) щелочном, pH=8,0—9,0, в) близком к нейтральному; г) только при pH=7,0.

**10. Как ферменты влияют на энергию активации?**

а) увеличивают; б) уменьшают; в) не изменяют.

**11. К какому классу относятся ферменты, катализирующие внутримолекулярный перенос группы?**

а) оксидоредуктазы; б) лиазы; в) изомеразы; г) трансферазы.

### *Рейтинг-контроль 3*

**1. Каковы функции РНК в клетке?**

а) хранение и передача наследственной информации, б) считывание и перенос информации с матрицы к месту синтеза белка, в) контроль за синтезом белка, г) «узнавание» участка и-РНК, д) деление клеток, е) регуляция биохимических процессов, ж) формирование частей рибосом.

**2. Какие вещества входят в состав нуклеотидов ДНК?**

а) тимин, б) урацил, в) аминокислота, г) гуанин, д) рибоза, е) дезоксирибоза.

**3. ТГЦЦГТАГЦАА, постройте молекулу иРНК, которая может быть синтезирована на этой цепи.**

**4. Каковы функции ДНК в клетке?**

а) хранение и передача наследственной информации, б) считывание и перенос информации с матрицы к месту синтеза белка, в) контроль за синтезом белка, г) «узнавание» участка и-РНК, д) деление клеток, ж) транспорт аминокислот к месту синтеза белка.

**5. Какие вещества входят в состав нуклеотидов РНК?**

а) аденин, в) урацил, д) остаток фосфорной кислоты, б) тимин, г) рибоза, е) дезоксирибоза.

**6. Структура одного белка определяется:**

а) группой генов, б) одним геном, в) одной молекулой ДНК, г) совокупностью генов организма.

**7. Один триплет ДНК несёт информацию о:**

а) последовательности аминокислот в молекуле белка, б) признаке организма, в) аминокислоте в молекуле синтезируемого белка, г) составе молекулы РНК.

**8. Понятие «транскрипция» относится к процессу:**

а) удвоения ДНК, б) синтеза и-РНК на ДНК, в) перехода и-РНК на рибосомы, г) создания белковых молекул на полисоме.

**9. Одна аминокислота кодируется:**

а) четырьмя нуклеотидами, б) двумя нуклеотидами, в) одним нуклеотидом, г) тремя нуклеотидами.

**10. Триплету нуклеотидов ТАГ в молекуле ДНК будет соответствовать кодон молекулы и-РНК:**

а) ТАГ, б) УАГ, в) УТЦ, г) ЦАУ.

**11. Трансляция это:**

а) переписывание генетической информации с ДНК на и-РНК; б) переписывание генетической информации с и-РНК на ДНК; в) перенесение информации с и-РНК в структуру синтезируемого белка.

**7-й семестр**

***Рейтинг-контроль 1***

**1. К моносахаридам относится:**

а) гепарин; б) глюкоза; в) сахароза; г) мальтоза; д) гликоген.

**2. Фруктоза является:**

а) кетогексозой; б) кетопентозой; в) альдогексозой; г) альдопентозой; д) дисахаридом.

**3. В состав лактозы входят остатки:**

а) двух молекул глюкозы; б) двух молекул фруктозы; в) глюкозы и фруктозы; г) галактозы и глюкозы.

**4. Физиологически важным гетерополисахаридом является:**

а) гиалуроновая кислота; б) крахмал; в) гликоген; г) целлюлоза.

**5. Эмпирическая формула глюкозы:**

а)  $C_{12}H_{22}O_{11}$ ; б)  $C_6H_{12}O_6$ ; в)  $(C_6H_{10}O_5)_n$ ; г)  $C_6H_{12}O_5$ .

**6. Основные запасы гликогена сосредоточены в:**

а) печени; б) крови; в) почках; г) сердце; д) мышцах.

**7. Биологические функции моносахаридов:**

а) энергетическая; б) опорная; в) пластическая; г) структурная; д) гидроосмотическая и ионрегулирующая.

**8. Какие функции выполняет целлюлоза в организме человека?**

а) энергетическую; б) стимуляция перистальтики кишечника; в) пластическую.

**9. Цикл Кори это:**

а) цикл обращения глюкозы и лактата между печенью и мышцами (в мышцах гликолиз, в печени глюконеогенез); б) цикл обращения глюкозы и пирувата между печенью и органами;

в) энергетический цикл, связывающий цикл трикарбоновых кислот и пентозо-фосфатный цикл.

### *Рейтинг-контроль 2*

- 1. Липиды растворяются во всех перечисленных ниже веществах, кроме:**  
а) эфира; б) воды; в) бензола; г) хлороформа.
- 2. К структурным липидам относятся все перечисленные ниже, кроме:**  
а) фосфолипидов; б) гликолипидов; в) триглицеридов; г) стеридов.
- 3. В структурном отношении все липиды являются:**  
а) простыми эфирами; б) высшими спиртами; в) сложными эфирами; г) полициклическими спиртами.
- 4. В состав триглицеридов входят все перечисленные ниже элементы, кроме:**  
а) Н; б) О; в) S; г) С.
- 5. Главными липидами мембран являются:**  
а) триглицериды; б) гликолипиды; в) воски; г) фосфолипиды.
- 6. Сложные эфиры ВЖК и полициклических спиртов называются:**  
а) восками; б) стеридами; в) стеролами.
- 7. Какие функции выполняет желчь?**  
а) эмульгирует жиры, б) активирует липазу, в) способствует всасыванию гидрофобных продуктов переваривания, г) способствует всасыванию жирорастворимых витаминов.
- 8. Наиболее распространённые насыщенные ВЖК, входящие в состав липидов:**  
а) пальмитиновая; б) уксусная; в) стеариновая; г) муравьиная.
- 9. К какой группе липидов относится сфингомиелин?**  
а) жиры, б) фосфолипиды, в) производное холестерина, г) производное арахидоновой кислоты.
- 10. К какой группе липидов относится таурохолевая кислота?**  
а) ТГ, б) фосфолипиды, в) производное холестерина, г) производное арахидоновой кислоты.
- 11. Какие из перечисленных веществ являются незаменимыми факторами питания?**  
а) холестерин, б) витамин D, в) олеиновая кислота, г) линолевая кислота.

### *Рейтинг-контроль 3*

- 1. В молекуле АТФ макроэргической является связь:**  
а) гликозидная, б) фосфоэфирная, в) фосфоангидридная.
- 2. Какое соединение не относится к макроэргическим:**  
а) фосфоеноилпируват, б) аденозинтрифосфат, в) 1,3-дифосфоглицерат, г) цитидинтрифосфат, д) глюкозо-6-фосфат.
- 3. Реакции биологического окисления, сопровождающиеся трансформацией энергии химических связей окисляемых субстратов в энергию АТФ, протекают путем:**  
а) активации молекулярного кислорода, б) дегидрирования, с последующей передачей электронов на кислород, в) присоединения активированного кислорода к субстрату.
- 4. Реакция дегидрирования, в которой акцептором водорода служит не кислород, а химическое вещество, называется:**  
а) тканевым дыханием, б) брожением, в) биологическим окислением, г) микросомальным окислением.
- 5. Синтез АТФ в клетках эукариот протекает на:**  
а) внутренней мембране митохондрий, б) мембранах ЭПР, в) наружной мембране митохондрий, г) плазматической мембране.
- 6. Пиридинзависимые дегидрогеназы в качестве кофермента содержат:**  
а) гем, 2) ФМН, 3) НАД<sup>+</sup>, 4) ФАД, 5) НАДФ<sup>+</sup>.
- 7. В состав НАД<sup>+</sup> входят:**  
а) амид никотиновой кислоты, б) АМФ, в) изоаллоксазин, г) рибитол.
- 8. Пиридинзависимые дегидрогеназы локализованы:**  
а) только в цитозоле, б) только в митохондриях, в) в цитозоле и в митохондриях.

**9. Коферменты пиридинзависимых дегидрогеназ НАД<sup>+</sup> и НАДФ<sup>+</sup> являются динуклеотидами, в которых мононуклеотиды связаны между собой:**

а) 3',5'-фосфодиэфирной связью, б) 2',5'-фосфодиэфирной связью, в) 5',5'-фосфоангидридной связью.

**10. Протетической группой первичных акцепторов водорода флавиновых дегидрогеназ является:**

1) НАДФ<sup>+</sup>, 2) ФАД, 3) ФМН.

## 5.2. Промежуточная аттестация

### 6-й семестр

#### Вопросы к зачету

1. Строение, классификация и физико-химические свойства протеиногенных аминокислот. Первичная структура белков.
2. Вторичная структура белков и её основные типы.
3. Третичная структура белков, типы связей её стабилизирующие.
4. Четвертичная структура белков. Примеры строения олигомерных белков.
5. Физико-химические свойства белков и методы их выделения.
6. Классификация и номенклатура ферментов.
7. Кофакторы, коферменты, протетические группы.
8. Активный центр ферментов. Характеристика, биологическая роль.
9. Общие представления о механизме ферментативного катализа.
10. Кинетика ферментативных реакций.
11. Специфичность действия ферментов.
12. Влияние ингибиторов и активаторов на активность ферментов.
13. Водорастворимые витамины.
14. Жирорастворимые витамины.
15. Состав, строение и биологическая роль нуклеозидмоно-, ди- и трифосфатов.
16. Структура и биологическая роль циклических мононуклеотидов.
17. Биологическая роль и пути биосинтеза АТФ.
18. Первичная структура нуклеиновых кислот.
19. Рибосомные, транспортные и матричные РНК.
20. Генетический код и его свойства.
21. Состав, строение и биологическая роль ДНК. Правила Чаргаффа.
22. Структурная организация ДНК.
23. Репликация ДНК. Полуконсервативный тип репликации ДНК.
24. Репликация ДНК в клетках про- и эукариот.
25. Синтез РНК на матрице ДНК — транскрипция.
26. Синтез белка — трансляция.

### 7-й семестр

#### Вопросы к экзамену

1. Ферментативный гидролиз белков в пищеварительном тракте.
2. Дезаминирование аминокислот, его типы.
3. Трансаминирование аминокислот. Непрямое дезаминирование аминокислот.
4. Декарбоксилирование аминокислот. Биогенные амины: образование, биологическая роль и инактивация.
5. Пути использования и обезвреживания аммиака в организме.
6. Распад нуклеиновых кислот в пищеварительном тракте и тканях.
7. Распад и синтез пуриновых нуклеотидов.
8. Распад и синтез пиримидиновых нуклеотидов.
9. Глюкоза как важнейший энергетический субстрат и метаболит углеводного обмена: общая схема источников и путей расходования глюкозы в организме.

10. Катаболизм глюкозы. Сравнительная характеристика основных путей распада глюкозы.
11. Гликолиз. Энергетический баланс этого процесса.
12. Гликогенолиз и гликогенез, связь с гликолизом.
13. Аэробное окисление глюкозы.
14. Окислительное декарбонирование пировиноградной кислоты.
15. Цикл трикарбоновых кислот.
16. Пентозофосфатный путь превращения глюкозы, основные этапы.
17. Глюконеогенез. Регуляция этого процесса в абсорбтивный и постабсорбтивный период.
18. Классификация и биологическая роль липидов.
19. Окисление жирных кислот. Баланс энергии окисления.
20. Депонирование и мобилизация жиров в жировой ткани, регуляция синтеза и распада жиров.
21. Биосинтез жирных кислот.
22. Сложные липиды организма (фосфолипиды, сфинголипиды).
23. Холестерин: функции, обмен.
24. Принципы, схема и структурная организация дыхательной цепи.
25. Ферменты и компоненты неферментной природы дыхательной цепи. Химическое строение их простетических групп.
26. Окислительное фосфорилирование.
27. Механизмы сопряжения и фосфорилирования в дыхательной цепи.
28. Регуляция биологического окисления и окислительного фосфорилирования.
29. Классификация гормонов. Общая характеристика метаболизма гидрофильных и липофильных гормонов.
30. Сравнительная характеристика механизма действия интра- и экстраклеточных гормонов.
31. Тиреоидные гормоны: структура, биосинтез, влияние на обмен веществ. Изменение метаболизма при гипо- и гипертиреозе.
32. Гормоны мозгового вещества надпочечников: структура, биосинтез, биологическая роль.
33. Кортикостероиды: структура, биологическая роль.
34. Гормоны поджелудочной железы (структура, синтез, биологическая роль).
35. Интеграция метаболизма. Взаимосвязь обмена белков, жиров и углеводов.
36. Роль гормонов в регуляции обмена веществ в организме.

### 5.3. Самостоятельная работа обучающегося

#### 6-й семестр

**Самостоятельная работа студентов** состоит в решении ситуационных задач и подготовке к коллоквиумам по темам «Аминокислоты, пептиды, белки», «Ферменты, коферменты и витамины», «Нуклеозиды, нуклеотиды, нуклеиновые кислоты».

На самостоятельное изучение вынесена

#### **тема 6. Методы исследования биополимеров.**

Методы выделения белков из биологического материала. Способы гомогенизации материала. Экстракция белков растворами солей, буферными, органическими растворителями, смесями фенола, уксусной кислоты и воды. Методы фракционирования белков: высаливание, осаждение органическими растворителями, осаждение солями тяжелых металлов, электрофорез, изоэлектрическое фокусирование, гельфильтрация с помощью сефадексов, сефарозы и биогелей, хроматография (ионообменная — на ДЭАЭ и КМ-целлюлозах и сефадексах; распределительная — на крахмале, целлюлозе, силикагеле). Способы очистки белковых препаратов от низкомолекулярных примесей: диализ, электродиализ, кристаллизация, гельфильтрация и ультрафильтрация. Методы определения гомогенности белковых препаратов.

Методы определения молекулярной массы белков: седиментационный, вискозиметрический, осмометрический, гельфильтрационный, электрофоретический.

Схема установления первичной структуры белка: установление аминокислотного состава, фрагментация полипептидных цепей и разделение фрагментов, установление структуры N- и C-концевых аминокислот, секвенирование пептидов, сравнение последовательностей перекрывающихся пептидов. Масс-спектрометрическое определение чередования аминокислотных остатков в пептидах. Физико-химические методы исследования пространственной структуры белка: дисперсия оптического вращения, рентгеноструктурный анализ, ИК- и ЯМР-спектроскопия, электронная микроскопия.

Методы белковой химии, используемые для выделения и очистки ферментов. Особые приемы, применяемые при выделении ферментов (аффинная хроматография, экстракция водно-глицериновыми смесями при низких температурах, метод ацетоновых порошков и др.). Предохранение ферментов от денатурации в процессе их выделения. Экспресс-методы обнаружения ферментов (энзим-электрофорез в блоке крахмала и полиакриламида). Иммуобилизация ферментов.

Методы экстракции ДНК из биологического материала и способы депротеинизации. Фракционирование ДНК посредством ультрацентрифугирования в градиенте плотности хлорида цезия и колоночной хроматографии. Методы определения молекулярной массы ДНК и исследования ее пространственной структуры.

## 7-й семестр

**Самостоятельная работа студентов** состоит в решении ситуационных задач и подготовке к коллоквиумам по темам «Углеводы: строение и обмен», «Липиды: строение и обмен», «Биологическое окисление. Биоэнергетика».

На самостоятельное изучение вынесены темы 11 и 14.

### **Тема 11. Водный и минеральный обмен.**

Содержание и распределение воды в организме и клетке. Состояние воды в тканях. Положительный и отрицательный эффект гидратации ионов на степень структурирования воды. Регуляция водного обмена.

Участие минеральных веществ в формировании третичной и четвертичной структуры биополимеров. Ферменты-металлопротеиды. Становление ферментов-мультимеров в присутствии ионов  $Mg^{2+}$ ,  $Mn^{2+}$ ,  $Zn^{2+}$ ,  $Ca^{2+}$ . Ионы металлов и возникновение фермент-субстратных комплексов. Минеральные соединения и обмен нуклеиновых кислот. Роль минеральных элементов в обмене белков. Участие минеральных соединений в обмене углеводов и липидов. Обмен минеральных веществ.

Бионеорганическая химия, ее проблемы и перспективы развития.

### **Тема 14. Регуляция процессов жизнедеятельности.**

Уровни регуляции жизненных процессов в живой природе.

Метаболитный уровень регуляции. Регуляция ферментативных процессов, за счет изменения активности ферментов: неспецифической (температура, pH, ионная сила и т. п.) и специфической (изостерической и аллостерической); регуляция объема синтеза ферментов (индукция и репрессия).

Оперонный уровень регуляции. Понятие об опероне. Регуляция биосинтеза информационных макромолекул (природа репрессоров и индукторов, роль гормонов). Латентное и активное состояние информационных макромолекул. Принцип обратной связи в регуляции обмена веществ.

Клеточный уровень регуляции процессов жизнедеятельности. Проницаемость плазматической и клеточной мембран. Транспорт метаболитов в клетке. Ядерно-цитоплазматические отношения в клетке. Пространственное разделение процессов синтеза и распада в клетке (компартиментализация).

Организменный уровень регуляции. Гормональная регуляция биосинтеза информационных макромолекул. Регуляция биосинтеза гормонов при посредстве тропинов (кортикотропин и т. п.). Роль цАМФ в осуществлении действия кортикотропина и других гормонов. Нейрогормональная регуляция биосинтеза гормонов метаморфоза у насекомых.

Популяционный уровень регуляции. Антибиотики микробов, фитонциды растений, тергоны животных и их влияние на процессы жизнедеятельности. Биохимические основы спонтанной изменчивости в популяциях.

Белковый полиморфизм в популяциях различных видов и возможные механизмы его поддержания. Использование белкового полиморфизма в генетике и селекции сельскохозяйственных растений и животных.

Фонд оценочных материалов (ФОМ) для проведения аттестации уровня сформированности компетенций обучающихся по дисциплине оформляется отдельным документом.

## 6. УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ И ИНФОРМАЦИОННОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ

### 6.1. Книгообеспеченность

Наименование литературы: автор, название, вид издания, издательство	Год издания	КНИГООБЕСПЕЧЕННОСТЬ
		Наличие в электронном каталоге ЭБС
Основная литература		
1. Комов, В. П. Биохимия: учебник для вузов по направлению 655500 Биотехнология / В. П. Комов, В. Н. Шведова. — 3-е изд., стер. — М.: Дрофа. — 639 с. — ISBN 978-5-358-04872-0.	2008	15 экз.
2. Кнорре, Д. Г. Биологическая химия: учебник для химических, биологических и медицинских специальностей вузов / Д. Г. Кнорре, С. Д. Мызина. — Изд. 3-е, испр. — М.: Высшая школа. — 479 с. — ISBN 5-06-003720-7.	2000	24 экз.
3. Пустовалова, Л. М. Практикум по биохимии: учебное пособие для вузов / Л. М. Пустовалова. — Ростов-на-Дону: Феникс. — 541 с. — ISBN 5-222-00829-0.	1999	13 экз.
4. Глухова, А. И. Биохимия с упражнениями и задачами [Электронный ресурс]: учебник / под ред. А. И. Глухова, Е. С. Северина — М.: ГЭОТАР-Медиа. — 384 с. — ISBN 978-5-9704-5008-6.	2019	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970450086.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970450086.html</a>
Дополнительная литература		
1. Нуклеиновые кислоты: от А до Я: пер. с англ. / Б. Аппель [и др.]; ред. С. Мюллер; перевод под ред. А. А. Быстрицкого, Е. Г. Григорьевой. — М.: Бином. Лаборатория знаний. — 413 с. — ISBN 978-5-9963-0376-2.	2012	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996324064.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785996324064.html</a>
2. Северин, Е. С. Биохимия [Электронный ресурс]: учебник / под ред. Е. С. Северина. — 5-е изд., испр. и доп. — М.: ГЭОТАР-Медиа. — 768 с. — ISBN 978-5-9704-3762-9.	2016	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970437629.html</a>
3. Губарева, А. Е. Биологическая химия. Ситуационные задачи и тесты [Электронный ресурс]: учеб. пособие / А. Е. Губарева [и др.]; под ред. А. Е. Губаревой. — М.: ГЭОТАР-Медиа. — 528 с. — ISBN 978-5-9704-3561-8.	2016	<a href="http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435618.html">http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970435618.html</a>

### 6.2. Периодические издания

1. «Биохимия».
2. «Биотехнология».
3. «Вестник МГУ: химия».

### **6.3. Интернет-ресурсы**

1. <http://sci-lib.com>
2. <http://www.med-edu.ru/index.php?id=biohim/>
3. <https://biokhimija.ru/>
4. <http://www.hij.ru>
5. <http://www.xumuk.ru>

## **7. МАТЕРИАЛЬНО-ТЕХНИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ДИСЦИПЛИНЫ**

Для реализации данной дисциплины имеются специальные помещения для проведения занятий лекционного типа, занятий лабораторного типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, а также помещения для самостоятельной работы. Лабораторные работы проводятся в лаборатории органической и биологической химии (403-7).

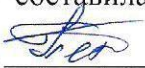
Учебно-методические материалы — учебники, методические пособия, тесты.


Аудиовизуальные средства обучения — слайды, презентации, видеофильмы.

Лабораторное оборудование — центрифуги, весы аналитические, фотометр, рефрактометр, вытяжные шкафы, термостаты.

Расходные материалы: химические реактивы, химическая посуда.



Рабочую программу составила доцент кафедры биологического и географического образования Петрова Е. В.  \_\_\_\_\_

Рецензент (представитель работодателя): директор МБОУ СОШ № 29 г. Владимира Плышевская Е. В.  \_\_\_\_\_

Программа рассмотрена и одобрена на заседании кафедры химии

Протокол № 1 от 27.08.2021 г.

Заведующий кафедрой  \_\_\_\_\_ доцент Грачева Е.П.

Рабочая программа рассмотрена и одобрена на заседании учебно-методической комиссии направления 44.03.05 Педагогическое образование ( с двумя профилями подготовки)

Протокол № 1 от 31.08.2021 г.

Председатель комиссии  \_\_\_\_\_ директор ПИ ВлГУ Артамонова М.В..