

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

**УТВЕРЖДАЮ**

Заведующий кафедрой  
медицинской биохимии и микробиологии



Т.Н.Попова

25.05.2020 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ**

Б1.О.25 Биологическая химия

- 1. Код и наименование направления подготовки/специальности:** 33.05.01 Фармация
- 2. Профиль подготовки/специализация:** фармация
- 3. Квалификация выпускника:** провизор
- 4. Форма обучения:** очная
- 5. Кафедра, отвечающая за реализацию дисциплины:** кафедра медицинской биохимии и микробиологии
- 6. Составители программы:** Попова Татьяна Николаевна,  
доктор биологических наук, профессор;  
Сафонова Ольга Анатольевна,  
кандидат биологических наук, доцент;  
Шульгин Константин Константинович,  
кандидат биологических наук, доцент  
Веревкин Алексей Николаевич,  
кандидат биологических наук, ассистент

**7. Рекомендована:**

НМС медико-биологического факультета, протокол №2 от 18.03.2020

**8. Учебный год 2019/2020, 2020/2021**

**Семестр(ы): 4, 5**

## 9. Цели и задачи учебной дисциплины

Цель - научить студента применять при изучении последующих дисциплин и при профессиональной деятельности сведения о химическом составе живых организмов, молекулярных процессах жизнедеятельности, обмене веществ и энергии с окружающей средой.

Задачи: обеспечить наличие у студента в результате изучения биохимии:

- понимания основ структурной организации и функционирования основных биомакромолекул клетки и субклеточных органелл;
- знаний теоретических основ ферментативного превращения веществ;
- знания центральных путей метаболизма основных биомакромолекул (белков, нуклеиновых кислот, углеводов и липидов) и механизмов их регуляции в живых организмах;
- умения пользоваться номенклатурой и классификацией биологически важных соединений, принятой в биохимии;
- умения оперировать основными биохимическими понятиями и терминологией при изложении теоретических основ предмета;
- конкретных знаний о применении методов биохимии в медицине, производстве и научных исследованиях.

## 10. Место учебной дисциплины в структуре ООП: Базовая часть Блока 1 "Дисциплины" программы специалитета.

Дисциплина «Биологическая химия» относится к циклу математических, естественнонаучных и медико-биологических дисциплин по специальности «Фармация» высшего профессионального образования, изучается в четвертом и пятых семестрах.

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

**Дисциплина является предшествующей для:** патологии, основ экологии и охраны природы, фармакологии, клинической фармакологии, первой доврачебной помощи, общей гигиены, фармацевтической технологии, биотехнологии, фармакогнозии, фармацевтической химии, токсикологической химии, медицинского и фармацевтического товароведения.

## 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-1	Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и	ОПК-1.2	применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного	знать: методы и правила безопасной работы с биологическими объектами на молекулярном уровне, базовые принципы использования физико-химических методов в анализе биологических объектов  уметь: адекватно выбирать методики и технологии для оценки состояния биологических объектов на молекулярном уровне

	экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов		растительного сырья и биологических объектов	владеть: навыками использования лабораторного оборудования для выяснения особенностей протекания биологических процессов в норме и при патологии; интерпретации полученных результатов исследований
ОПК-2	Способен применять знания о морфофункциональных особенностях, физиологических состояниях и патологических процессах в организме человека для решения профессиональных задач	ОПК-2.2	Объясняет основные и побочные действия лекарственных препаратов, эффекты от их совместного применения и взаимодействия с пищей с учетом морфофункциональных особенностей, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека	<p>знать: основы структурной организации, функционирования и превращения важнейших биомолекул, принципы реализации генетической информации, возможности регуляции метаболических процессов в организме человека эндо- и экзогенными соединениями, в том числе на генном уровне</p> <p>уметь: сопоставлять молекулярные основы развития патологических процессов с возможными мишенями действия лекарственных препаратов</p>

## 12. Объем дисциплины в зачетных единицах/час. — 6/216.

Форма промежуточной аттестации зачет, экзамен

## 13. Трудоемкость по видам учебной работы

Вид учебной работы		Трудоемкость			
		Всего	По семестрам		
			4 семестр	5 семестр	...
Аудиторные занятия		106	56	50	
в том числе:	лекции	34	18	16	
	практические				
	лабораторные	72	38	34	
Самостоятельная работа		74	52	22	
в том числе: курсовая работа (проект)					
Форма промежуточной аттестации (экзамен – 36 час.)		36	0	36	
Итого:		216	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	Предмет и задачи биологической химии. Структура и функции биомолекул.	Предмет и задачи биологической химии. Природные биомолекулы: основные классы, структура и функции. Биохимическое единство всех форм жизни. Особенности живых организмов по сравнению с неживой материей: обмен веществ и энергии; способность к извлечению и	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=233">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=233</a>

		трансформации энергии окружающей среды; самовоспроизведению. Прикладные разделы биохимии.	4
1.2	Аминокислоты – строительные блоки белков. Классификация, строение, физико-химические свойства, применение в медицине и фармации.	Аминокислоты – структура, биомедицинское значение. Аминокислоты – структурные блоки белков. Классификация аминокислот по полярности (гидрофобные, полярные, но не заряженные, положительно- и отрицательно-заряженные аминокислоты). Классификация аминокислот по биологическому значению. Нестандартные аминокислоты и их значение. Физико-химические свойства аминокислот. Ионные формы аминокислот. Кислотно-основные свойства. Оптические свойства. Образование пептидных связей. Аминокислоты и их производные как лекарственные вещества. Биологическая активность пептидов.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.3	Белки. Строение, физико-химические свойства, функции, классификация.	Белки. Строение, физико-химические свойства, функции классификация. Биомедицинское значение белков. Первичная структура белков. Значение аминокислотной последовательности для биологической функции белка. Вторичная структура белка и ее типы: $\alpha$ -спираль и $\beta$ -структура. Элементы супервторичной структуры. Доменная структура белков. Основные типы доменов. Третичная структура белка. Активный центр белков и способность к специфическому взаимодействию с лигандами как основа биологических функций белков. Четвертичная структура, кооперативность функционирования протомеров. Связи, ответственные за формирование структуры белка. Классификация белков. Простые и сложные белки. Представители простых белков. Основные группы сложных белков: липопротеины, гликопротеины, нуклеопротеины, фосфопротеины, металлопротеины, гемопроотеины, флавопротеины. Структура их простетических групп.  Фибриллярные и глобулярные белки. Представители фибриллярных белков. Коллаген, эластин, актин и миозин. Представители глобулярных белков. Гемоглобин и миоглобин, их биологические функции. Методы выделения и очистки белков: фракционирование органическими растворителями и солями; гель-фильтрация; ионообменная и аффинная хроматография; электрофорез.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.4	Ферменты	Ферменты и их биомедицинское значение. Кофакторы ферментов: ионы металлов и коферменты. Классификация ферментов и номенклатура. Единицы активности ферментов. Специфичность ферментов. Факторы, определяющие активность ферментов. Ферментативная кинетика. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Определение параметров $K_m$ и $V_{max}$ . Мультисубстратные ферментные системы. Влияние температуры и pH среды. Ингибирование и активация ферментов. Понятие об обратимом и необратимом ингибировании. Механизмы конкурентного, неконкурентного, бесконкурентного, смешанного и субстратного ингибирования. Лекарственные вещества - ингибиторы ферментов.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>

		<p>Механизм ферментативного катализа. Образование фермент-субстратных комплексов. Каталитический центр. Энергия активации ферментативных процессов (по теории переходного состояния Эйринга). Факторы, обеспечивающие эффективность ферментативного катализа: сближение и ориентация; напряжение и деформация (индуцированное соответствие). Понятие о кислотно-основном и ковалентном катализе.</p> <p>Регуляция активности ферментов. Основные пути регуляции активности ферментов. Изменение концентрации фермента в клетке путем регуляции скорости его синтеза и распада. Индукция и репрессия ферментов. Превращение проферментов в активные ферменты. Регуляция каталитической активности ферментов. Регуляторные ферменты. Аллостерические ферменты. Принципы аллостерической регуляции. Регуляция по принципу обратной связи. Ковалентная модификация ферментов. Адсорбционный и ассоциативно-диссоциативный механизмы регуляции активности ферментов. Множественные молекулярные формы ферментов. Компарментализация ферментов. Изоферменты (изозимы). Использование ферментов в медицине и фармации.</p>	
1.5	Активные биомолекулы: витамины, коферменты, гормоны	Активные биомолекулы: витамины, гормоны. Витамины. Биохимические функции витаминов, их метаболически активные формы, витамины как предшественники коферментов, роль в регуляции обмена веществ. Водорастворимые витамины, их коферментные формы и роль в метаболизме. Жирорастворимые витамины, их участие в метаболических процессах. Витамины и коферменты как лекарственные вещества.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.6	Углеводы. Гликозамингликаны и протеогликаны.	Физиологически важные углеводы. Биомедицинское значение и классификация углеводов. Строение и свойства. Основные углеводы пищи	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.7	Физиологически важные липиды. Структура, свойства.	Функции и обмен липидов. Физиологически важные липиды: биомедицинское значение и классификация. Структура и свойства.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.8	Структура и функции нуклеиновых кислот	Состав нуклеотидов. Пуриновые и пиримидиновые азотистые основания. Номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов. Образование фосфодиэфирных связей. Правила Чаргаффа. Рентгеноструктурные исследования Франклин и Уилкинса. Модель структуры ДНК Уотсона и Крика. ДНК – двойная спираль. Комплементарные пары азотистых оснований. Образование водородных связей между основаниями. Особенности структуры ДНК и РНК.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.9	Принципы организации клеточного метаболизма. Роль высокоэнергетических соединений в	Общие принципы организации клеточного метаболизма. Фазы и стадии метаболических процессов. Субклеточная локализация и особенности процессов катаболизма и анаболизма. Роль высокоэнергетических соединений в	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>

	метаболизме и функции клетки.	метаболизме и функции клетки. АТФ как важнейший аккумулятор и источник энергии.	w.php?id=2334
1.10	Метаболизм углеводов. Центральные пути катаболизма углеводов. Биосинтез углеводов.	<p>Метаболизм углеводов. Центральные пути катаболизма углеводов. Гликолиз, его энергетический баланс, регуляция, биомедицинское значение. Стадии гликолиза. Анаэробный и аэробный гликолиз. Аэробное окисление глюкозы как основной путь катаболизма глюкозы у аэробных организмов. Болезни, обусловленные недостаточной активностью ферментов гликолиза. 2,3- бифосфоглицератный цикл и его значение в клетках млекопитающих. Окислительное декарбоксилирование пирувата мультиферментным пируватдегидрогеназным комплексом. Структура комплекса. Клинические аспекты метаболизма пирувата.</p> <p>Цикл Кребса: последовательность реакций, характеристика ферментов, его роль как генератора водорода для дыхательной цепи митохондрий. Регуляция цикла трикарбоновых кислот. Значение промежуточных интермедиатов цикла для биосинтетических процессов. Энергетическая эффективность окисления молекулы глюкозы.</p> <p>Пентозофосфатный путь. Окислительный и неокислительный этапы этого пути. Биосинтез глюкозы (глюконеогенез) из неуглеводных предшественников. Обходные пути необратимых стадий гликолиза. Биологическая роль глюконеогенеза. Реципрокная регуляция гликолиза и глюконеогенеза. Метаболизм гликогена. Патологии, связанные с нарушениями углеводного обмена.</p>	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.11	Биоэнергетика. Биологическое окисление субстратов. Значение свободнорадикальных процессов в физиологии и патологии клетки.	<p>Биоэнергетика. Биологическое окисление и окислительное фосфорилирование. Окисление пирувата и цикл трикарбоновых кислот как общие пути катаболизма углеводов, липидов, аминокислот. Окисление субстратов ферментами митохондрий. Перенос электронов, окислительное фосфорилирование и синтез АТФ. Структурная организация электронтранспортной цепи внутренней митохондриальной мембраны. Компоненты электронтранспортной цепи. Комплексы электронтранспортной цепи и их ингибиторы. Механизм сопряжения окисления и фосфорилирования. Хемиосмотическая теория Митчела. Окисление немитохондриального NADH в электронтранспортной цепи при участии субстратных челночных механизмов. Транспортные системы внутренней митохондриальной мембраны. Токсичные формы кислорода и генерирующие их источники. Роль токсичных форм кислорода в апоптозе. Детоксикация активных форм кислорода. Пероксидное окисление липидов. Значение свободнорадикальных процессов в физиологии и патологии клетки. Прооксиданты и антиоксиданты. Ферментативная и неферментная антиоксидантные системы. Антиоксиданты как лекарственные препараты.</p>	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.12	Центральная догма молекулярной биологии	Центральная догма молекулярной биологии. Векторы переноса генетической информации в клетке: ДНК → РНК → белок. Понятие о репликации, транскрипции, обратной транскрипции, трансляции.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>

			w.php?id=2334
1.13	Молекулярные основы наследственности.	Гены - сегменты молекул ДНК, – полимера, состоящего из линейной последовательности нуклеотидов. Структурные гены, регуляторные и межгенные участки ДНК. Суперспирализация ДНК. Первичная, вторичная, третичная структура ДНК. Образование нуклеосом с участием гистонов. Уровни упаковки хромосомы.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.14	Дублирование ДНК: репликация	Наследственный характер генетической информации. Полуконсервативный механизм репликации. Разделение двух нитей биспиральной молекулы ДНК - первый этап репликации. Расплетание суперспиралей. Действие ДНК-гираз, ДНК-хеликаз. Функционирование белков, связывающихся с одноцепочечной ДНК. Структура репликационной вилки. ДНК-полимеразы. Особенности сборки ведущей и отстающей цепей ДНК. Фрагменты Оказаки и особенности их синтеза. ДНК-лигазы. Заплетение ДНК в спираль. Механизм деления кольцевых хромосом бактерий. Особенности репликации хромосомы эукариот.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.15	Принципы макромолекулярной структуры и синтез РНК. Механизмы регуляции транскрипции	Информационная РНК и генетический код. Свойства генетического кода. Структура матричной РНК (мРНК): Первичная структура и функциональные области; трехмерная структура. Транспортная РНК и аминоацил-тРНК – синтетазы. Структура тРНК. Адапторное значение тРНК. Аминоацилирование тРНК. Рибосомная РНК. Транскрипция генов. РНК-полимераза: особенности структуры и функционирование. Распознавание начала гена, взаимодействие сигма субъединицы с промотором. Элонгация транскрипции. Терминация транскрипции. Значение факторов транскрипции. Посттранскрипционный процессинг РНК. Сплайсинг. Сплайсеосомы – макромолекулярные комплексы, удаляющие интроны из РНК. Транспортировка зрелой мРНК из ядра. Ингибиторы транскрипции. Особенности транскрипции у эукариот. Структура эукариотных промоторов. Энхансеры.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
1.16	Биосинтез белка и регуляция трансляции	Рибосомы: структура и функционирование. Полирибосомы. Иницирующая тРНК. Инициация трансляции. Основные участники механизма инициации. Факторы инициации. Этапы инициации. Образование иницирующего комплекса. Функциональное значение акцепторного и пептидного участков рибосомы. Элонгация. Этапы элонгации. Связывание аминоацил-тРНК. Факторы элонгации. Образование пептидной связи. Транслокация. Терминация трансляции. Посттрансляционный процессинг и адресованный транспорт белков.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
<b>2. Лабораторные занятия</b>			
2.1	Белки и их свойства	Цветные реакции на белки. Осаждение белков. Определение содержания общего белка в сыворотке крови. Очистка растворов высокомолекулярных веществ от солей методом гель-фильтрации на сефадексе G-25.	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
2.2	Ферменты	Влияние температуры, активаторов и ингибиторов на скорость ферментативной биохимической реакции. Определение специфичности амилазы	Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о»

		<p>слюны. Определение константы Михаэлиса и максимальной скорости ферментативной реакции. Определение типа ингибирования. Диагностическое значение ферментов. Ферменты в клинической диагностике (энзимодиагностика). Применение ферментов как аналитических реагентов. Изменение активности ферментов при болезнях (энзимопатологии). Наследственные энзимопатии. Ферменты как лекарственные препараты (энзимотерапия). Ферменты поджелудочной железы. Переваривание углеводов, белков и липидов в желудочно-кишечном тракте. Определение активности амилазы в сыворотке крови. Определение активности аминотрансфераз в сыворотке крови. Семинар по теме: «Белки и аминокислоты».</p>	<a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>
2.3	Активные биомолекулы: витамины, коферменты, гормоны. Классификация гормонов. Физиолого-биохимическое значение гормонов. Иерархия гормональной регуляции.	<p>Авитаминозы. Гиповитаминозы. Качественные реакции на витамины. Колориметрический метод определения содержания аскорбиновой кислоты в сыворотке крови. Гормон стресса – адреналин. Биологическая роль. Количественный анализ. Семинар по теме: «Ферменты. Витамины».</p>	<p>Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о»  <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a></p>
2.4	Структура и функции нуклеиновых кислот после витаминов	<p>Нуклеиновые кислоты. Функции, локализация в клетке, первичная структура. Изучение химического состава рибонуклеопротеинов дрожжей.</p>	<p>Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о»  <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a></p>
2.5	Метаболизм углеводов. Центральные пути катаболизма углеводов. Биосинтез углеводов.	<p>Метаболизм глюкозы в организме человека и его нарушения. Взаимосвязь гликолиза в мышцах и глюконеогенеза в печени (цикл Кори). Роль различных путей обмена углеводов в регуляции уровня глюкозы в крови. Определение концентрации глюкозы в сыворотке крови. Определение концентрации глюкозы в моче. Качественные реакции на кетоновые тела в моче. Семинар по теме: «Метаболизм углеводов и биоэнергетика»</p>	<p>Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о»  <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a></p>
2.6	Метаболизм липидов	<p>Транспорт липидов. Хиломикроны и липопротеины. Липопротеинлипаза, ее роль. Обмен холестерина в организме человека и его нарушения. Определение концентрации холестерина в сыворотке крови. Определение концентрации холестерина липопротеидов высокой плотности в сыворотке крови. Определение концентрации холестерина липопротеидов низкой плотности в сыворотке крови.</p>	<p>Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о»  <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a></p>
2.7	Обмен белков и аминокислот	<p>Определение содержания билирубина в сыворотке крови. Клиническое значение. Азотистый обмен. Определение концентрации мочевины в сыворотке крови.</p>	<p>Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о»  <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a></p>
2.8	Центральная догма молекулярной биологии. Обмен нуклеотидов.	<p>Метаболизм нуклеиновых кислот в организме человека. Нарушения нуклеотидного обмена. Определение содержания мочевой кислоты в сыворотке крови. Семинар по теме: «Метаболизм липидов, белков и нуклеотидов»</p>	<p>Онлайн-курс «Биохимия фарм д/о»  <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a></p>



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

№ п/п	Наименование темы (раздела) дисциплины	Виды занятий (количество часов)				Всего
		Лекции	Практические	Лабораторные	Самостоятельная работа	
1	Предмет и задачи биологической химии. Структура и функции биомакромолекул.	2				2
2	Аминокислоты – строительные блоки белков. Классификация, строение, физико-химические свойства, применение в медицине и фармации.	2				2
3	Белки. Строение, физико-химические свойства, функции, классификация.	2		8	2	12
4	Ферменты	4		16		20
5	Активные биомолекулы: витамины, коферменты, гормоны	2		4	8	14
6	Углеводы. Гликозамингликаны и протеогликаны.	2		4		6
7	Физиологически важные липиды. Структура, свойства.	2				2
8	Структура и функции нуклеиновых кислот	2		10		12
9	Принципы организации клеточного метаболизма. Роль высокоэнергетических соединений в метаболизме и функции клетки.	2				2
10	Метаболизм углеводов. Центральные пути катаболизма углеводов. Биосинтез углеводов.	4		4		8
11	Биоэнергетика. Биологическое окисление субстратов. Значение свободнорадикальных процессов в физиологии и патологии клетки.	2		4		6
12	Метаболизм липидов	4		4	8	16
13	Обмен белков и аминокислот			8	10	18
14	Классификация гормонов. Физиолого-биохимическое значение гормонов. Иерархия гормональной регуляции				10	10
15	Основы медицинской биохимии				10	10
16	Фармацевтическая биохимия				10	10
17	Центральная догма молекулярной биологии. Молекулярные основы	2		10		12

	наследственности. Дублирование ДНК: репликация					
18	Принципы макромолекулярной структуры и синтез РНК. Механизмы регуляции транскрипции. Биосинтез белка и регуляция трансляции	2			16	18
	Итого:	34		72	74	180

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

В соответствии с требованиями ФГОС ВО реализация компетентного подхода предусматривает 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. Текущий контроль усвоения определяется устным опросом в ходе занятий. Помимо индивидуальных оценок, должно использоваться рецензирование ответов на коллоквиуме. Студенты знакомятся с теоретическим материалом в процессе лекционного курса, самостоятельно прорабатывают и усваивают теоретические знания с использованием рекомендуемой учебной литературы, учебно-методических пособий, согласно указанному списку.

На лабораторных занятиях студенты индивидуально выполняют учебно-исследовательскую работу. Результаты учебно-исследовательской работы, включая необходимые расчеты, заключения и выводы, ответы на вопросы (задания) оформляются в рабочей тетради студента. В конце занятия результаты и материалы учебно-исследовательской работы докладываются преподавателю, при необходимости обсуждаются в группе. В случаях пропуска занятия по каким-либо причинам студент обязан его самостоятельно выполнить под контролем преподавателя во время индивидуальных консультаций.

Текущая аттестация обеспечивает проверку освоения учебного материала, приобретения знаний, умений и навыков в процессе аудиторной и самостоятельной работы студентов, формирования общепрофессиональных компетенций (ОПК-1.2, ОПК-2.2).

Текущая аттестация по дисциплине «Биологическая химия» проводится дважды в семестр. При подготовке к текущей аттестации студенты изучают и конспектируют рекомендуемую преподавателем учебную литературу по темам лекционных и лабораторных занятий, самостоятельно осваивают понятийный аппарат, закрепляют теоретические знания. Планирование и организация текущих аттестаций знаний, умений и навыков осуществляется в соответствии с содержанием рабочей программы и календарно-тематическим планом с применением фонда оценочных средств.

Текущая аттестация обязательна, ее результаты оцениваются в балльной системе и являются решающими при промежуточной аттестации, которая проходит в форме зачета (4 семестр) и экзамена (5 семестр).

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 при необходимости допускается присутствие на лекциях и практических занятиях 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 допускается аудиальное предоставление информации (например, с использованием программ-синтезаторов речи), а также использование на лекциях звукозаписывающих устройств (диктофонов и т.д.). На лекциях и практических занятиях при необходимости допускается присутствие ассистента. При проведении промежуточной аттестации для лиц с нарушением зрения тестирование может быть заменено на устное собеседование по вопросам. При необходимости время подготовки на экзамене может быть увеличено.

Для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата при необходимости допускается присутствие ассистента на лекциях и практических занятиях. Промежуточная аттестация для лиц с нарушениями опорно-двигательного аппарата проводится на общих основаниях.

При реализации дисциплины используются элементы электронного обучения и дистанционные образовательные технологии. При необходимости промежуточная аттестация может быть реализована дистанционно.

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

а) основная литература:

№ п/п	Источник
1.	Биохимия : учебное пособие / В. Е. Высокогорский, Т. Д. Воронова, О. Н. Лазарева [и др.]. — Омск : Омский ГАУ, 2016 — Часть 1 — 2016. — 119 с. — ISBN 978-5-89764-579-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/159627">https://e.lanbook.com/book/159627</a>
2.	Высокогорский, В. Е. Биохимия : учебное пособие / В. Е. Высокогорский, Т. Д. Воронова, О. Н. Лазарева. — Омск : Омский ГАУ, [б. г.]. — Часть 2 — 2015. — 157 с. — ISBN 978-5-89764-511-4. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/90740">https://e.lanbook.com/book/90740</a>

б) дополнительная литература:

№ п/п	Источник
1.	Биологическая химия с упражнениями и задачами / под ред. С.Е. Северина. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2013. — <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970425336.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970425336.html</a> .
2.	Нечаева, Е. А. Биохимия : учебное пособие / Е. А. Нечаева, Т. П. Мицуля. — Омск : Омский ГАУ, 2019. — 90 с. — ISBN 978-5-89764-790-3. — Текст : электронный // Лань : электронно-библиотечная система. — URL: <a href="https://e.lanbook.com/book/126629">https://e.lanbook.com/book/126629</a>
3.	Глухова, А. И. Биохимия с упражнениями и задачами : учебник / под ред. А. И. Глухова, Е. С. Северина - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2019. - 384 с. - ISBN 978-5-9704-5008-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970450086.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970450086.html</a>
4.	Практикум по биологической химии [Электронный ресурс] : учебно-методическое пособие / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: О.А. Сафонова, Л.В. Матасова, Т.И. Рахманова [и др.]. — Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012. - <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-93.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-93.pdf</a> .
5.	Тюкавкина Н.А. Биоорганическая химия / Н.А. Тюкавкина, Ю.И. Бауков, С.Э. Зурабян. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2014. — <a href="http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970427835.html">http://www.studmedlib.ru/book/ISBN9785970427835.html</a> .
6.	Вавилова, Т. П. Биологическая химия в вопросах и ответах : учеб. пособие / Т. П. Вавилова, О. Л. Евстафьева. - 3-е изд., испр. и доп. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2016. - 128 с. - ISBN 978-5-9704-3674-5. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436745.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970436745.html</a>
7.	Горчаков Э.В., Основы биологической химии : учебное пособие / Э.В. Горчаков, Б.М. Багамаев, Н.В. Федота, В.А. Оробец - Ставрополь : АГРУС Ставропольского гос. аграрного ун-та, 2017. - 208 с. - ISBN -- - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_0096.html">https://www.studentlibrary.ru/book/stavgau_0096.html</a>
8.	Зурабян С.Э., Fundamentals of bioorganic chemistry Основы биоорганической химии : учебник / Zurabyan S.E. - М. : ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 304 с. - ISBN 978-5-9704-3443-7 - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434437.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970434437.html</a>
9.	Чиркин, А. А. Биологическая химия : учебник / А. А. Чиркин, Е. О. Данченко - Минск : Выш. шк., 2017. - 431 с. - ISBN 978-985-06-2383-6. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <a href="https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850623836.html">https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9789850623836.html</a>

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

№ п/п	Ресурс
1.	<a href="http://www.lib.vsu.ru">www.lib.vsu.ru</a> - ЗНБ ВГУ
2.	ЭБС «Электронная библиотека технического ВУЗа» (ЭБС «Консультант студента») <a href="https://www.studentlibrary.ru/">https://www.studentlibrary.ru/</a>
3.	ЭБС Лань <a href="https://e.lanbook.com/">https://e.lanbook.com/</a>
4.	<a href="http://www.molbiol.ru">www.molbiol.ru</a> – Классическая и молекулярная биология.
5.	<a href="http://www.pubmed.com">www.pubmed.com</a> - National Center for Biotechnology Information /US National Library of Medicine.
6.	Онлайн Курс «Биологическая химия» на образовательном портале «Электронный университет ВГУ» <a href="https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334">https://edu.vsu.ru/course/view.php?id=2334</a>

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

№ п/п	Источник
1	Практикум по биологической химии : учебно-методическое пособие : [для студ. биол.-почв. фак. 3 и 4 к. очной и очно-заоч. формы обуч. направления 020400 - Биология] / Воронеж. гос. ун-т ; сост.: О.А. Сафонова, Л.В. Матасова, Т.И. Рахманова [и др.] .— Воронеж : ИПЦ ВГУ, 2012 .— 123 с. : ил., табл. <URL: <a href="http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-93.pdf">http://www.lib.vsu.ru/elib/texts/method/vsu/m12-93.pdf</a> >

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

Учебная дисциплина реализуется с использованием электронного обучения и дистанционных образовательных технологий

1. Чтение лекций с использованием слайд-презентаций.
2. ЗНБ ВГУ [www.lib.vsu.ru](http://www.lib.vsu.ru)
3. ЭБС Лань <https://e.lanbook.com/>
4. ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>
5. Электронный образовательный портал Moodle.

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

Наименование помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом, в том числе помещения для самостоятельной работы, с указанием перечня основного оборудования, учебно-наглядных пособий и используемого программного обеспечения	Адрес (местоположение) помещений для проведения всех видов учебной деятельности, предусмотренной учебным планом (в случае реализации образовательной программы в сетевой форме дополнительно указывается наименование организации, с которой заключен договор)
Учебная аудитория для проведения лекционных занятий: специализированная мебель, проектор Acer X115H DLP, экран для проектора, ноутбук Lenovo G580 Libra Office 7.1, Интернет-браузер Mozilla Firefox	394018 г.Воронеж, площадь Университетская, д.1
Аудитория для проведения лабораторных занятий: специализированная мебель, дозаторы, лабораторная посуда, шприцы, капилляры, центрифуга Eppendorf 5702, спектрофотометр Hitachi U-1900, спектрофотометр СФ-56А, биохимиллюминометр БХЛ-07, холодильник-морозильник Stinol-116, кельвинатор SANYO, вытяжной шкаф, аппарат для горизонтального электрофореза SE-1, весы ВЛТ-150, шейкер, гомогенизатор, рН-метр Анион 410	394018 г.Воронеж, площадь Университетская, д.1
Помещение для самостоятельной работы с возможностью подключения к сети «Интернет»: Специализированная мебель, компьютеры (системный блок Pentium Dual Core CPU E6500, монитор LG Flatron L1742 (17 шт.) ПО OfficeSTD 2013 RUS OLP NL Acdmc.	394018 г.Воронеж, площадь Университетская, д.1

**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.	Предмет и задачи биологической химии. Структура и функции биомолекул.	ОПК-1 Способен использовать основные биологические, физико-химические, химические, математические методы для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, изготовления лекарственных препаратов	ОПК-1.2 применяет основные физико-химические и химические методы анализа для разработки, исследований и экспертизы лекарственных средств, лекарственного растительного сырья и биологических объектов	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
2.	Аминокислоты – строительные блоки белков. Классификация, строение, физико-химические свойства, применение в медицине и фармации.	ОПК-1, ОПК-2 Способен применять знания о морфофункциональных особенностях, физиологических состояниях и патологических процессах в организме человека для решения	ОПК-1.2, ОПК-2.2 Объясняет основные и побочные действия лекарственных препаратов, эффекты от их совместного применения и взаимодействия с пищей с учетом морфофункциональных особенностей, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
3.	Белки. Строение, физико-химические свойства, функции, классификация.	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
4.	Ферменты	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
5.	Активные биомолекулы: витамины, коферменты, гормоны	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
6.	Углеводы. Гликозамингликаны и протеогликаны.	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
7.	Физиологически важные липиды. Структура, свойства.	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций

№ п/п	Наименование раздела дисциплины (модуля)	Компетенция(и)	Индикатор(ы) достижения компетенции	Оценочные средства
8.	Структура и функции нуклеиновых кислот	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
9.	Принципы организации клеточного метаболизма. Роль высокоэнергетических соединений в метаболизме и функции клетки.	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
10.	Метаболизм углеводов. Центральные пути катаболизма углеводов. Биосинтез углеводов.	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
11.	Биоэнергетика. Биологическое окисление субстратов. Значение свободнорадикальных процессов в физиологии и патологии клетки.	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
12.	Метаболизм липидов	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
13.	Обмен белков и аминокислот	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
14.	Классификация гормонов. Физиолого-биохимическое значение гормонов. Иерархия гормональной регуляции	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
15.	Основы медицинской биохимии	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
16.	Фармацевтическая биохимия	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
17.	Центральная догма молекулярной биологии. Молекулярные основы наследственности. Дублирование ДНК: репликация	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций, практическое задание
18.	Принципы макромолекулярной структуры и синтез РНК. Механизмы регуляции транскрипции. Биосинтез белка и регуляция трансляции	ОПК-1, ОПК-2	ОПК-1.2, ОПК-2.2	Комплекты ким для текущих и промежуточных аттестаций
Промежуточная аттестация форма контроля – зачет, экзамен				Зачет: перечень вопросов (тест), практические навыки Экзамен: Перечень вопросов (тест, ким), практические навыки

## 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:

1. Текущая аттестация

## Перечень вопросов для текущей аттестации №1 (4 семестр)

1. Предмет и задачи биохимии.
2. Общие структурные особенности аминокислот.
3. Классификация аминокислот по полярности (гидрофобные; полярные, но незаряженные; положительно и отрицательно заряженные аминокислоты).
4. Классификация аминокислот по биологическому значению.
5. Нестандартные аминокислоты.
6. Физико-химические свойства аминокислот. Кислотно-основные свойства аминокислот. Оптические свойства аминокислот.
7. Аминокислоты как лекарственные препараты.
8. Образование и свойства пептидной связи. Биологическая активность пептидов и их использование в фармации.
9. Состав белков. Уровни структурной организации белков. Доменная структура белков. Основные типы доменов. Конформация белков. Классификация белков по составу. Простые и сложные белки.
10. Классификация по трехмерной структуре.
11. Классификация белков по функциям.
12. Физико-химические свойства белков (кислотно-основные свойства, коллоидные свойства). Денатурация белков. Гипотеза расплавленной глобулы.
13. Семейства белков: шапероны и шаперонины, иммуноглобулины, протеазы, нуклеазы, прионы.
14. Фибриллярные белки ( $\alpha$ - и  $\beta$ -кератины, коллаген, эластин, актин, миозин). Структура и основные свойства.
15. Глобулярные белки.
16. Методы выделения и очистки белков.

## Перечень вопросов для текущей аттестации №2 (4 семестр)

1. Основные понятия энзимологии.
2. Классификация ферментов и номенклатура.
3. Единицы активности ферментов.
4. Факторы, влияющие на активность ферментов. Влияние pH и температуры.
5. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Определение  $K_m$  и  $V_{max}$ .
6. Ингибирование. Типы ингибирования. Активация ферментов.
7. Ферментативные реакции с участием двух субстратов.
8. Энергия активации ферментативных процессов
9. Механизм действия ферментов. Факторы, определяющие каталитическую эффективность ферментов.
10. Специфичность действия ферментов.
11. Регуляторные ферменты. Аллостерические ферменты.
12. Ферменты, регулируемые путем ковалентной модификации.
13. Ассоциативно-диссоциативный и адсорбционный механизмы регуляции. Роль избирательного протеолиза в регуляции активности ферментов.
14. Множественные молекулярные формы ферментов.
15. Ферменты в клинической лабораторной диагностике.
16. Применение ферментов в медицине и биотехнологии
17. Витамины - предшественники коферментов. Классификация, функции.
18. Водорастворимые витамины. Коферментные формы. Физиолого-биохимическое значение.
19. Жирорастворимые витамины.
20. Углеводы. Классификация, функции.
21. Моносахариды.
22. Физиологически важные дисахариды и полисахариды. Глюкозаминогликаны и протеогликаны.
23. Основные углеводы пищи, их переваривание в желудочно-кишечном тракте.
24. Классификация и функции липидов. Строение, свойства и важнейшие представители жирных кислот и триацилглицеролов.
25. Строение, свойства и важнейшие представители фосфолипидов и стероидов.
26. Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте, всасывание продуктов переваривания и транспорт в крови. Типы липопротеинов. Роль липопротеинлипазы.
27. Строение мембран. Транспортные системы мембран.
28. Нуклеотидный состав ДНК и РНК.
29. Номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов. Образование фосфодиэфирных связей между мононуклеотидами.
30. ДНК - двойная спираль. Комплементарные пары азотистых оснований.

#### Перечень вопросов для текущей аттестации №1 (5 семестр)

1. Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы.
2. Пути превращения пирувата.
3. Биомедицинское значение гликолиза. 2,3 –бисфосфоглицератный шунт гликолиза и его биомедицинское значение. Энергетическая эффективность гликолиза.
4. Пируватдегидрогеназный комплекс и его биомедицинское значение.
5. Цикл трикарбоновых кислот. Биомедицинское значение.
6. Перенос электронов и окислительное фосфорилирование.
7. Переносчики электронтранспортной цепи митохондрий.
8. Структурная организация электронтранспортной цепи митохондрий. Комплексы и пункты запасаения энергии в электронтранспортной цепи. Ингибиторы функционирования электронтранспортной цепи.
9. Хемисмотическая теория Митчела.
10. Транспортные системы внутренней митохондриальной мембраны.
11. Челночные механизмы переноса НАДН.
12. Энергетическая эффективность окисления молекулы глюкозы. Дыхательный контроль. 5 состояний дыхательной цепи по Чансу.
13. Микросомальные цитохром P<sub>450</sub>-содержащие системы.
14. Митохондриальные цитохром P<sub>450</sub>-содержащие системы.
15. Глиоксилатный цикл.
16. Пентозофосфатный путь.
17. Биомедицинское значение пентозофосфатного пути. Клинические аспекты. Непереносимость лекарственных препаратов с окислительными свойствами при недостаточности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы.
18. Глюконеогенез. Биомедицинское значение.
19. Реципрокная регуляция гликолиза и глюконеогенеза.
20. Регуляция уровня глюкозы в крови. Цикл Кори. Глюкозо-аланиновый цикл.
21. Биосинтез гликогена.
22. Регуляция синтеза и расщепления гликогена.
23. Генетические болезни, связанные с недостаточностью ферментов углеводного обмена.

#### Перечень вопросов для текущей аттестации №2 (5 семестр)

1. Катаболизм липидов. Перенос ацильных групп из цитозоля в митохондрии.
2. Реакции β-окисления жирных кислот.
3. Образование кетоновых тел и их окисление в периферических тканях.
4. Регуляция окисления жирных кислот и образования кетоновых тел.
5. Энергетическая эффективность окисления пальмитиновой кислоты.
6. Отличия процесса биосинтеза жирных кислот от β-окисления жирных кислот.
7. Образование малонил-СoА. Челночный механизм переноса ацетил-СoА из митохондрий в цитоплазму.
8. Синтазная система жирных кислот. Роль активных SH-групп синтазы в биосинтезе.
9. Реакции синтеза жирных кислот.
10. Регуляция биосинтеза жирных кислот.
11. Биомедицинское значение метаболизма липидов. Дефекты метаболизма липидов. Лизосомные болезни.
12. Физиолого-биохимическое значение холестерина. Холестерол как предшественник стероидов. Роль холестерина в атерогенезе.
13. Катаболизм аминокислот. Реакции трансаминирования.
14. Роль дезаминирования в катаболизме аминокислот. Значение глутамата и глутаматдегидрогеназы в азотном обмене.
15. Нейтрализация аммиака в организме. Цикл мочевины.
16. Образование и значение биогенных аминов. Антигистаминные препараты.
17. Обмен фенилаланина и тирозина.
18. Основные пути биосинтеза заменимых аминокислот.
19. Биомедицинское значение окисления и распада аминокислот. Дефекты аминокислотного обмена и вызываемые ими патологические состояния.
20. Метаболизм нуклеотидов. Нарушения обмена нуклеотидов.
21. Репликация ДНК.
22. Особенности репликации кольцевой ДНК и ДНК эукариот.



23. Репарация ДНК.
24. Транскрипция.
25. Посттранскрипционный процессинг. Сплайсинг.
26. Обратная транскрипция.
27. Генетический код и его свойства.
28. Строение рибосом. Общая последовательность стадий белкового синтеза. Иницирующие аминокислоты.
29. Активация аминокислот. Инициация, элонгация и терминация трансляции.
30. Посттрансляционные модификации. Адресованный транспорт белков. Ингибиторы трансляции.
31. Конститутивные и индуцируемые ферменты. Понятие о координированной индукции и репрессии.
32. Регуляция экспрессии генома. Гипотеза оперона.
33. Роль с АМР в регуляции синтеза белка на уровне транскрипции.
34. Мутации и молекулярные патологии. Принципы лечения и профилактики молекулярных болезней.
35. Создание и использование рекомбинантных ДНК.

Пример вопросов в тестовой форме:

В молекулах белков не встречаются:

- глобулярная структура
- доменная структура
- нуклеосомы
- альфа-спираль

Вторичная структура белка – это:

- альфа-спираль, бета-складчатость и аморфные участки;
- способ взаимодействия нескольких субъединиц в пространстве
- образование глобулы

Между какими аминокислотами в белках возможно образование дисульфидной связи

- серин и триптофан
- цистеин и цистеин
- цистеин и метионин
- метионин и метионин
- цистеин и серин

Домен – это:

- часть глобулы, выполняющая сходные функции в разных белках
- мономер белка, имеющего четвертичную структуру
- небелковая часть сложного белка

Пример практических заданий

1. Оценить наличие белка в образце с помощью качественных реакций.
2. Определить концентрацию белка в пробе с помощью биуретового метода. Сделать вывод о состоянии белкового обмена.
3. Провести очистку раствора высокомолекулярного вещества от соли методом гель-фильтрации на сефадексе G-25.
4. Оценить специфичность амилазы слюны, определить влияние температуры, активаторов и ингибиторов на активность данного фермента.
5. Определить тип ингибирования.
6. Провести анализ активности амилазы в сыворотке крови. Оценить факт наличия заболеваний исходя из полученных данных.
7. Провести анализ активности аланинаминотрансферазы и аспартатаминотрансферазы в сыворотке крови. Сделать вывод о наличии нарушений в работе внутренних органов.
8. Оценить наличие определенных витаминов в образце с помощью качественных реакций.
9. Определить концентрацию аскорбиновой кислоты в сыворотке крови.
10. Провести анализ содержания глюкозы в сыворотке крови. Обсудить полученные данные.
11. Провести анализ содержания глюкозы в моче. Сделать вывод о наличии/отсутствии нарушений углеводного обмена.
12. Оценить наличие кетоновых тел в моче. Оценить факт наличия нарушений обменных процессов.

13. Определить содержание билирубина в сыворотке крови. Сделать вывод о состоянии пигментного обмена, наличия или отсутствия соответствующих заболеваний.
14. Определить концентрацию мочевины в сыворотке крови. Сделать вывод о состоянии азотистого обмена.
15. Оценить интенсивность свободнорадикального окисления и активность каталазы в биологическом образце.
16. Определить концентрацию общего холестерина, холестерина липопротеидов низкой и высокой плотности в сыворотке крови. Оценить факт наличия нарушений липидного обмена.
17. Определить концентрацию кальция в сыворотке крови. Сделать вывод о состоянии минерального обмена.

Критерии оценивания практического задания:

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

Шкала оценивания: зачет – соответствие выполнения задания четырем критериям, недочеты исправлены по замечанию преподавателя; незачет – несоответствие двум и более критериям.

#### Перечень тем для рефератов

1. Гормоны. Эндокринные взаимосвязи. Гипоталамус - координирующий центр эндокринной системы. Свойства гормонов. Классификация гормонов. Образование полипептидных гормонов из неактивных предшественников.
2. Уровень гормонов в крови и время их жизни. Связывание гормонов со специфическими рецепторами. Участие внутриклеточных вторичных посредников в действии гормонов.
3. Гормоны гипоталамуса и гипофиза. Адреналин и норадреналин. Участие циклического аденозинмонофосфата в действии адреналина. Гормональная регуляция синтеза и распад гликогена.
4. Катаболизм липидов.  $\beta$ -окисление жирных кислот. Транспорт ацильных групп в митохондрии.
5. Энергетика процесса окисления жирных кислот. Образование кетоновых тел.
6. Биосинтез жирных кислот. Роль малонил-КоА и его образование из ацетил-КоА. Мультиферментный комплекс синтазы жирных кислот. Последовательность реакций синтеза жирных кислот.
7. Регуляция синтеза жирных кислот. Пальмитиновая кислота как основной продукт действия синтазы жирных кислот. Представление о путях образования продуктов с более длинной углеродной цепью, ненасыщенных жирных кислот, ацилглицеринов, глицерофосфолипидов. Физиологическое значение резервирования и мобилизации жиров в жировой ткани.
8. Аминокислоты - конечные продукты переваривания белков. Катаболизм аминокислот. Особенности катаболизма отдельных аминокислот.
9. Дезаминирование и трансаминирование аминокислот.
10. Основные пути нейтрализации аммиака. Цикл мочевины.
11. Декарбоксилирование аминокислот и образование биогенных аминов (гистамин, триптамин, серотонин, гамма-аминомасляная кислота), их значение.
12. Антигистаминные препараты.
13. Нарушения обмена аминокислот. Обмен фенилаланина и тирозина. Фенилкетонурия: биохимический дефект, проявления болезни, диагностика и лечение. Алкаптонурия. Альбинизм. Нарушение синтеза дофамина при паркинсонизме.
14. Основные пути биосинтеза заменимых аминокислот.
15. Иерархия гормональной регуляции. Гормоны гипоталамуса и гипофиза.
16. Гормоны щитовидной железы. Понятие о гипертиреозе и гипотиреозе. Гормоны паращитовидных желез. Гормоны надпочечников. Гормоны коры надпочечников.
17. Гормоны поджелудочной железы. Строение, биосинтез и регуляция секреции инсулина, глюкагона. Препараты инсулина, их получение.
18. Биохимические основы наследственных болезней. Энзимопатии аминокислотного обмена. Энзимопатии углеводного обмена. Энзимопатии липидного обмена.
19. Элементы патологической биохимии питания. Патология белкового питания. Патология углеводного питания. Патологии, связанные с питанием жировыми продуктами.
20. Биохимические механизмы, лежащие в основе нервно-психических заболеваний человека.
21. Особенности клеточного метаболизма при онкологических заболеваниях. Молекулярные аспекты развития опухолей.

22. Патобиохимия нарушений функций сердца при ишемии.
23. Энзимодиагностика.
24. Биохимические методы стандартизации контроля качества лекарств - биорегуляторов (гормонов, ферментов и др.).
25. Применение ферментов в медицине и фармацевтической промышленности. Ферментативный анализ биологических субстратов. Ферменты как аналитические реагенты. Преимущества иммобилизованных ферментов.
26. Антибиотики, их продуценты, механизмы действия.
27. Интерфероны. Основные группы, использование при лечении заболеваний. Интерлейкины. Структура, механизм действия, использование для лечения заболеваний.
28. Диагностическое значение моноклональных антител, ДНК/РНК зондов.
29. Биохимические основы генно-инженерной технологии, ее применение для синтеза инсулина, интерферонов, рекомбинантных вакцин, вакцин-антигенов и др. лекарственных веществ. Производство ферментных препаратов типа «контейнер».
30. Биохимические аспекты повышения биодоступности лекарственных препаратов. Липосомы как носители лекарств.
31. Биотрансформация лекарственных веществ в организме. Основные закономерности метаболизма биогенных и синтетических лекарственных средств. Локализация метаболических превращений лекарств в организме.
32. Структурная организация и функциональная роль эндоплазматического ретикулаума печени в биотрансформации лекарств. Основные типы реакций метаболизма ксенобиотиков. Характеристика реакций конъюгации.
33. Регуляция транскрипции. Белки-активаторы и белки-репрессоры. Особенности структуры и функционирования регуляторных белков. Регуляторные нуклеотиды. Модель оперона для управления генами. Регулирование с помощью антисмысловой РНК.
34. Регуляция трансляции у прокариот и эукариот. Особые РНК, прекращающие синтез белка при связывании рибосомы с дефектным РНК-посредником. Ингибиторы трансляции.

## 20.2 Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация по дисциплине осуществляется с помощью следующих оценочных средств:

Собеседование по вопросам к зачету (4 семестр)

1. Предмет и задачи биохимии.
2. Общие структурные особенности аминокислот.
3. Классификация аминокислот по полярности (гидрофобные; полярные, но незаряженные; положительно и отрицательно заряженные аминокислоты).
4. Классификация аминокислот по биологическому значению.
5. Нестандартные аминокислоты.
6. Физико-химические свойства аминокислот. Кислотно-основные свойства аминокислот. Оптические свойства аминокислот.
7. Аминокислоты как лекарственные препараты.
8. Образование и свойства пептидной связи. Биологическая активность пептидов и их использование в фармации.
9. Состав белков. Уровни структурной организации белков. Доменная структура белков. Основные типы доменов. Конформация белков. Классификация белков по составу. Простые и сложные белки.
10. Классификация по трехмерной структуре.
11. Классификация белков по функциям.
12. Физико-химические свойства белков (кислотно-основные свойства, коллоидные свойства). Денатурация белков. Гипотеза расплавленной глобулы.
13. Семейства белков: шапероны и шаперонины, иммуноглобулины, протеазы, нуклеазы, прионы.
14. Фибриллярные белки ( $\alpha$ - и  $\beta$ -кератины, коллаген, эластин, актин, миозин). Структура и основные свойства.
15. Глобулярные белки.
16. Методы выделения и очистки белков.
17. Основные понятия энзимологии.
18. Классификация ферментов и номенклатура.
19. Единицы активности ферментов.
20. Факторы, влияющие на активность ферментов. Влияние pH и температуры.
21. Зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата. Определение  $K_m$  и  $V_{max}$ .
22. Ингибирование. Типы ингибирования. Активация ферментов.
23. Ферментативные реакции с участием двух субстратов.

24. Энергия активации ферментативных процессов
25. Механизм действия ферментов. Факторы, определяющие каталитическую эффективность ферментов.
26. Специфичность действия ферментов.
27. Регуляторные ферменты. Аллостерические ферменты.
28. Ферменты, регулируемые путем ковалентной модификации.
29. Ассоциативно-диссоциативный и адсорбционный механизмы регуляции. Роль избирательного протеолиза в регуляции активности ферментов.
30. Множественные молекулярные формы ферментов.
31. Ферменты в клинической лабораторной диагностике.
32. Применение ферментов в медицине и биотехнологии
33. Витамины - предшественники коферментов. Классификация, функции.
34. Водорастворимые витамины. Коферментные формы. Физиолого-биохимическое значение.
35. Жирорастворимые витамины.
36. Углеводы. Классификация, функции.
37. Моносахариды.
38. Физиологически важные дисахариды и полисахариды. Глюкозаминогликаны и протеоглики.
39. Основные углеводы пищи, их переваривание в желудочно-кишечном тракте.
40. Классификация и функции липидов. Строение, свойства и важнейшие представители жирных кислот и триацилглицеролов.
41. Строение, свойства и важнейшие представители фосфолипидов и стероидов.
42. Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте, всасывание продуктов переваривания и транспорт в крови. Типы липопротеинов. Роль липопротеинлипазы.
43. Строение мембран. Транспортные системы мембран.
44. Нуклеотидный состав ДНК и РНК.
45. Номенклатура нуклеозидов и нуклеотидов. Образование фосфодизэфирных связей между мононуклеотидами.
46. ДНК - двойная спираль. Комплементарные пары азотистых оснований.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

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

Собеседование по экзаменационным билетам (5 семестр)

1. Гликолиз – центральный путь катаболизма глюкозы.
2. Пути превращения пирувата.
3. Биомедицинское значение гликолиза. 2,3 –бисфосфоглицератный шунт гликолиза и его биомедицинское значение. Энергетическая эффективность гликолиза.

4. Пируватдегидрогеназный комплекс и его биомедицинское значение.
5. Цикл трикарбоновых кислот. Биомедицинское значение.
6. Перенос электронов и окислительное фосфорилирование.
7. Переносчики электронтранспортной цепи митохондрий.
8. Структурная организация электронтранспортной цепи митохондрий. Комплексы и пункты запасаения энергии в электронтранспортной цепи. Ингибиторы функционирования электронтранспортной цепи.
9. Хемиосмотическая теория Митчела.
10. Транспортные системы внутренней митохондриальной мембраны.
11. Челночные механизмы переноса НАДН.
12. Энергетическая эффективность окисления молекулы глюкозы. Дыхательный контроль. 5 состояний дыхательной цепи по Чансу.
13. Микросомальные цитохром P<sub>450</sub>-содержащие системы.
14. Митохондриальные цитохром P<sub>450</sub>-содержащие системы.
15. Глиоксилатный цикл.
16. Пентозофосфатный путь.
17. Биомедицинское значение пентозофосфатного пути. Клинические аспекты. Непереносимость лекарственных препаратов с окислительными свойствами при недостаточности глюкозо-6-фосфатдегидрогеназы.
18. Глюконеогенез. Биомедицинское значение.
19. Реципрокная регуляция гликолиза и глюконеогенеза.
20. Регуляция уровня глюкозы в крови. Цикл Кори. Глюкозо-аланиновый цикл.
21. Биосинтез гликогена.
22. Регуляция синтеза и расщепления гликогена.
23. Генетические болезни, связанные с недостаточностью ферментов углеводного обмена.
24. Катаболизм липидов. Перенос ацильных групп из цитозоля в митохондрии.
25. Реакции β-окисления жирных кислот.
26. Образование кетонных тел и их окисление в периферических тканях.
27. Регуляция окисления жирных кислот и образования кетонных тел.
28. Энергетическая эффективность окисления пальмитиновой кислоты.
29. Отличия процесса биосинтеза жирных кислот от β-окисления жирных кислот.
30. Образование малонил-СoА. Челночный механизм переноса ацетил-СoА из митохондрий в цитоплазму.
31. Синтазная система жирных кислот. Роль активных SH-групп синтазы в биосинтезе.
32. Реакции синтеза жирных кислот.
33. Регуляция биосинтеза жирных кислот.
34. Биомедицинское значение метаболизма липидов. Дефекты метаболизма липидов. Лизосомные болезни.
35. Физиолого-биохимическое значение холестерина. Холестерол как предшественник стероидов. Роль холестерина в атерогенезе.
36. Катаболизм аминокислот. Реакции трансаминирования.
37. Роль дезаминирования в катаболизме аминокислот. Значение глутамата и глутаматдегидрогеназы в азотном обмене.
38. Нейтрализация аммиака в организме. Цикл мочевины.
39. Образование и значение биогенных аминов. Антигистаминные препараты.
40. Обмен фенилаланина и тирозина.
41. Основные пути биосинтеза заменимых аминокислот.
42. Биомедицинское значение окисления и распада аминокислот. Дефекты аминокислотного обмена и вызываемые ими патологические состояния.
43. Метаболизм нуклеотидов. Нарушения обмена нуклеотидов.
44. Репликация ДНК.
45. Особенности репликации кольцевой ДНК и ДНК эукариот.
46. Репарация ДНК.
47. Транскрипция.
48. Посттранскрипционный процессинг. Сплайсинг.
49. Обратная транскрипция.
50. Генетический код и его свойства.
51. Строение рибосом. Общая последовательность стадий белкового синтеза. Иницирующие аминокислоты.
52. Активация аминокислот. Инициация, элонгация и терминация трансляции.
53. Посттрансляционные модификации. Адресованный транспорт белков. Ингибиторы трансляции.
54. Конститутивные и индуцируемые ферменты. Понятие о координированной индукции и репрессии.

55. Регуляция экспрессии генома. Гипотеза оперона.
56. Роль с АМР в регуляции синтеза белка на уровне транскрипции.
57. Мутации и молекулярные патологии. Принципы лечения и профилактики молекулярных болезней.
58. Создание и использование рекомбинантных ДНК.
59. Классификация гормонов.
60. Иерархия гормональной регуляции.
61. Гормоны гипоталамуса и гипофиза.
62. Гормоны щитовидной железы. Понятие о гипертиреозе и гипотиреозе.
63. Гормоны паращитовидных желез.
64. Гормоны надпочечников.
65. Гормоны коры надпочечников.
66. Гормоны поджелудочной железы. Строение, биосинтез и регуляция секреции инсулина, глюкагона. Препараты инсулина, их получение.
67. Биохимические основы наследственных болезней. Энзимопатии аминокислотного обмена.
68. Энзимопатии углеводного обмена.
69. Энзимопатии липидного обмена.
70. Неферментные протеинопатии.
71. Элементы патологической биохимии питания. Патология белкового питания.
72. Патология углеводного питания.
73. Патологии, связанные с питанием жировыми продуктами.
74. Биохимические механизмы, лежащие в основе нервно-психических заболеваний человека.
75. Особенности клеточного метаболизма при онкологических заболеваниях. Молекулярные аспекты развития опухолей.
76. Патобиохимия нарушений функций сердца при ишемии.
77. Энзимодиагностика.
78. Основные задачи фармацевтической биохимии. Понятие о лекарственных и диагностических средствах.
79. Применение в качестве медикаментозных средств лечения ферментов, гормональных препаратов, антибиотиков, интерлейкинов.
80. Применение для диагностики моноклональных антител, ДНК/РНК зондов.
81. Биотехнология лекарственных средств. Значение иммобилизации ферментов для ферментной терапии. Производство ферментных препаратов типа «контейнер».
82. Использование методов генной инженерии в биотехнологии лекарственных средств. Основы получения гормональных препаратов, рекомбинантных вакцин и вакцин-антигенов.
83. Биохимические методы, применяемые для мониторинга и контроля качества лекарственных средств. Использование для анализа ферментных электродов, иммунохимических методов.
84. Особенности метаболизма лекарств. Основные пути превращения лекарственных соединений в организме – модификация и конъюгация.

В каждый КИМ входит по 3 вопроса по различным разделам дисциплины.

Описание технологии проведения

Экзамен проводится в виде устного опроса. На экзамене студент получает индивидуальный билет, время подготовки к ответу 40 минут. На экзамене запрещается пользоваться какими-либо вспомогательными средствами. Во время проведения экзамена экзаменатор может задать любой дополнительной вопрос в пределах вопросов, вынесенных на экзамен.

Соотношение показателей, критериев и шкалы оценивания результатов обучения.

Критерии оценивания компетенций	Уровень сформированности компетенций	Шкала оценок
Обучающийся в полной мере владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), способен иллюстрировать ответ примерами, фактами, данными научных исследований, применять теоретические знания для решения практических задач в области биохимии и молекулярной биологии, касающейся проблем медицины	<i>Повышенный уровень</i>	<i>Отлично</i>
Обучающийся владеет понятийным аппаратом данной области науки (теоретическими основами дисциплины), демонстрирует освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины,	<i>Базовый уровень</i>	<i>Хорошо</i>

допускает незначительные ошибки, неточности, испытывает затруднения при решении практических задач		
Обучающийся владеет частично теоретическими основами дисциплины, фрагментарно способен продемонстрировать освоение знаний, умений, навыков компетенций дисциплины, допускает значительные ошибки при решении практических задач	<i>Пороговый уровень</i>	<i>Удовлетворительно</i>
Ответ на контрольно-измерительный материал не соответствует любым трем из перечисленных показателей. Обучающийся обладает отрывочными, фрагментарными знаниями, допускает грубые ошибки, не может продемонстрировать обладание знаниями, умениями, навыками компетенций дисциплины.	–	<i>Неудовлетворительно</i>