

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

Федеральное государственное автономное  
образовательное учреждение высшего образования  
«Национальный исследовательский Нижегородский государственный университет им.  
Н.И. Лобачевского»

---

Институт биологии и биомедицины  
(факультет / институт / филиал)

УТВЕРЖДЕНО

Ученым советом ННГУ  
« 26 » июня 2019 г.  
Протокол № 6

Рабочая программа дисциплины (модуля)

**Общая биохимия**

---

(наименование дисциплины (модуля))

Уровень высшего образования

**Специалитет**

Направление подготовки / специальность

**31.05.01 Лечебное дело**

Квалификация (степень)

**Врач-лечебник**

Форма обучения

**Очная**

Нижний Новгород

2019 год

### 1. Место дисциплины (модуля) в структуре ОПОП

Дисциплина «Общая биохимия» относится к базовой части Блока 1 «Дисциплины, модули» Б1.Б.23 ОПОП по специальности **31.05.01 Лечебное дело**. Дисциплина обязательна для освоения в 5, 6 семестре.

**Целью освоения дисциплины** является формирование у будущих специалистов навыков организации и проведения научных исследований на основе биохимических законов, принципов и закономерностей, характерных для живых организмов, культур клеток и биологических процессов, в соответствующей профессиональной области.

### 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

Таблица 1

Формируемые компетенции	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
<b>ОПК-7</b> - готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач	<b>З (ОПК-7) Знать:</b> основные биологические и физико-химические понятия, являющиеся базовыми при решении профессиональных задач. <b>У (ОПК-7) Уметь:</b> использовать основные биологические и физико-химические понятия и методы для решения профессиональных задач. <b>В (ОПК-7) Владеть:</b> основными биохимическими методами решения и анализа профессиональных задач.
<b>ОПК-9</b> - способность к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач	<b>З (ОПК-9) Знать:</b> знать и понимать взаимосвязи морфологии и функций органов и систем. <b>У (ОПК-9) Уметь:</b> проводить качественный и количественный биохимический анализ по инструкции. <b>В (ОПК-9) Владеть:</b> навыками проведения качественного и количественного биохимического анализа для оценки физиологических состояний и патологических процессов в организме человека при решении профессиональных задач.

### 3. Структура и содержание дисциплины (модуля)

Объем дисциплины (модуля) составляет 8 зачетных единиц, всего 288 акад. часов, из которых 156 час составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (68 часов занятия лекционного типа, 34 часа - лабораторные работы, 51 часов – практические (семинарские) занятия, 3 часа мероприятия промежуточной аттестации), 96 час самостоятельной работы обучающегося, 36 часов контроль.

Таблица 2

## Содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины за 5 семестр составляет 108 часов.

<p>Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),</p> <p>Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)</p>	<p>Всего, часы</p>	<p>В том числе</p>				<p>Самостоятельная работа обучающегося, часы</p>
		<p>Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), 90 часов</p>				
		<p>из них</p>				
		<p>Занятия лекционного типа</p>	<p>Занятия семинарского типа</p>	<p>Занятия лабораторного типа</p>	<p>Всего</p>	
1. Введение. Общая биохимическая характеристика живых организмов	4	2	2		4	
2. Аминокислоты. Пептиды. Белки.	43	14	12	8	34	8
3. Нуклеиновые кислоты.	42	12	10	6	28	7
4. Синтез белка и его регуляция.	18	6	10	3	19	7
КСР	1				1	
Промежуточная аттестация в форме зачета						
Итого	108	34	34	17	86	22

Таблица 3

## Содержание дисциплины (модуля)

Общая трудоемкость дисциплины за 6 семестр составляет 180 часов (из них 36 ч – аттестация).

		В том числе					
Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего, часы	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), 90 часов из них				Консультации	Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего		
5. Углеводы	60	8	4	4	16		20
6. Липиды	69	12	6	5	23		20
7. Интеграция метаболизма, его регуляция при внутренних и	85	14	7	8	29		34

внешних воздействиях							
КСР	2				2		
Контроль	36						
Итого	180	34	17	17	70		74

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках семинарских занятий. Промежуточная аттестация осуществляется на зачете и экзамене.

#### **4. Образовательные технологии**

В процессе освоения курса используются следующие образовательные технологии: лекции с использованием мультимедийных средств поддержки образовательного процесса; лекции с проблемным изложением учебного материала; регламентированная самостоятельная деятельность студентов; коллоквиумы с обучающей компонентой, семинары, фронтальные и индивидуальные опросы с оппонированием (студенты в роли оппонентов), на лабораторных занятиях отрабатываются практические умения и базовые навыки работы с современным оборудованием, интерпретации результатов биохимического анализа для оценки морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека.

Формой итогового контроля знаний, умений, владений студентов по дисциплине является экзамен.

#### **5. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся**

Самостоятельная работа по освоению материала проводится к практическим занятиям (семинарском или лабораторным занятиям) с привлечением конспектов лекций, знаний, полученных на предыдущих практических занятиях, основной и дополнительной литературы по всем темам курса.

По всем темам, за исключением первой, самостоятельная работа включает написание отчета по каждой из проделанных лабораторных работ.

Кроме того, самостоятельная работа студентов по разделам 2-6 включает подготовку к устным опросам, к контрольным работам, к семинарским занятиям и коллоквиумам.

#### **Вопросы для подготовки к контрольной работе “Аминокислоты”, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

(по разделу 2 “Аминокислоты. Пептиды. Белки”).

1. Формулы 20 белковых (протеиногенных) аминокислот, а также  $\beta$ -аланина, орнитина, цитруллина. Уметь указать свойства их боковых радикалов и особенности диссоциации.
2. Физико-химические свойства аминокислот: способность к оптической изомерии, характер диссоциации боковых радикалов и связанная с ним классификация аминокислот. Уметь определять по заданной формуле, к D- или L-ряду принадлежит аминокислота.
3. Незаменимые аминокислоты (понятие, уметь перечислить незаменимые для человека аминокислоты).
4. Качественные реакции на аминокислоты и белки, химизм и алгоритм действий: биуретовая, ксантопротеиновая, нингидриновая реакции; реакция обнаружения серы в белках, реакции осаждения.
5. Первичная структура белков и пептидов. Уметь написать трипептид из предложенных аминокислот и указать пептидные связи.

#### **Вопросы для подготовки к контрольной работе “Пути синтеза аминокислот. Небелковые аминокислоты”, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

(по разделу 2 “Аминокислоты. Пептиды. Белки”).

1. Формулы и биологическое значение для организма человека гомосерина, гомоцистеина, селеноцистеина, таурина, 3,4-дигидроксифенилаланина, 5-гидрокситриптофана, азетидин-2-карбоновой кислоты,  $\beta$ -цианоаланина,  $\gamma$ -карбоксиглутаминовой кислоты, гидроксипролина и гидроксизина.
2. Основные пути синтеза аминокислот (прямое аминирование, амидирование, переаминирование. Реакции синтеза заменимых и незаменимых аминокислот.
3. Схемы взаимопревращений аминокислот семейств:  $\alpha$ -кетоглутаровой, пировиноградной, 3-ФГК, ЦУК.
4. Главные реакции синтеза ароматических аминокислот (два этапа шикиматного пути) и гистидина.

**Вопросы для подготовки к контрольной работе “Нуклеотиды”, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

(по разделу 3 “Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка”)

1. Формулы аденина, гуанина, цитозина, тимина, урацила с нумерацией атомов гетероциклов.
2. Спаривание комплементарных азотистых оснований. Правила Чаргаффа.
3. Понятие нуклеотида и нуклеозида. Написание формул нуклеотидов по названию (знать две системы обозначений: например, дАДФ, ГЗ`МФ, фЦ, Гфф, и т.д.). Формулы цАМФ и цГМФ.
4. Правила соединения нуклеотидов в полинуклеотидную цепь. Написание олигонуклеотидной цепочки по сокращенной записи (например, фАфГфЦф...).

**Вопросы для подготовки к контрольной работе “Моно- и дисахариды”, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

(по разделу 4 “Углеводы”)

1. Классификация углеводов.
3. Формулы, свойства, распространение следующих углеводов и их производных: глицеральдегид, дигидроксиацетон, эритроза, рибоза, дезоксирибоза, рибулоза, ксилоза, ксилулоза, арабиноза, глюкоза, фруктоза, манноза, галактоза, глюкозамин, галактозамин, метилглюкозид, ацетилглюкозамин, L-фукоза, фосфорные эфиры сахаров (например, фруктозо-1,6-дифосфат, 3-фосфоглицериновый альдегид (ФГА), дигидроксиацетонфосфат (ДГАФ)), N-ацетилмурамовая и N-ацетилнейраминовая кислоты, альдаровые, альдоновые, альдурановые кислоты (на примере кислот - производных гексоз).
- 4.стереоизомерия сахаров (анамеры, эпимеры, энантиомеры, диастереомеры), D- и L-формы сахаров,  $\alpha$ - и  $\beta$ - формы пираноз и фураноз. Мутаротация, ее причины.
5. Правила перевода формул Фишера в формулы Хеуорса.
6. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахариды. Особенности строения и свойства. Знать формулы и систематические названия мальтозы, целлобиозы, лактозы, сахарозы, трегалозы.
7. Качественные реакции на углеводы (Подобедова - Молиша, Селиванова, Фелинга, с жидкостью Барфедда, йодная проба на крахмал и гликоген).

**Вопросы для подготовки к контрольной работе “Липиды”, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

(по разделу 5 “Липиды”)

1. Классификация липидов. Узнать по формуле, к какому классу (подклассу) липидов относится данное соединение. Уметь написать формулу предложенного липида. Знать формулы следующих жирных кислот: олеиновой, пальмитиновой, стеариновой, линолевой, линоленовой, арахидоновой. Знать формулы спиртов: глицерина, сфингозина.

2. Синтез жирных кислот: реакции, энергетические затраты, ферменты. Дальнейшие пути синтеза липидов.
3. Расщепление липидов (на примере триацилглицеринов). Расщепление жирных кислот (реакции  $\beta$ -окисления, ферменты, энергетика процесса). Роль карнитина. Уметь рассчитать энергетический выход (количество образовавшихся молекул АТФ) при  $\beta$ -окислении заданной жирной кислоты.

**Вопросы для подготовки к контрольной работе “Витамины”, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**  
(к разделу 6 “Интеграция метаболизма, его регуляция при внутренних и внешних воздействиях”)

1. Определение понятия “витамины”, классификация витаминов.
2. Знать формулы, основную биохимическую роль, картину авитаминоза, основные источники и примерную суточную потребность витаминов А, В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, С, Н, инозит. Знать химическую природу (уметь опознать по предложенной формуле, уметь описать словами основные структурные особенности молекул) и значение витаминов: В<sub>с</sub> (фолиевая кислота), В<sub>12</sub>, В<sub>15</sub>, К, Е, Д, Р.

**Вопросы к устным опросам, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

**К опросу №1 «Физико-химические свойства белков»** (раздел 2 “Аминокислоты. Пептиды. Белки”)

1. Химические свойства аминокислот. Качественные реакции на аминокислоты: биуретовая, ксантопротеиновая, нингидриновая, Фоля.
2. Основные принципы выделения белков. Денатурация белков и факторы, ее вызывающие.
3. Оптические свойства аминокислот и белков.
4. Принципы жидкостной распределительной хроматографии на бумаге и в тонком слое.

**К опросу №2 «Структуры белковой молекулы»** (раздел 2 “Аминокислоты. Пептиды. Белки”)

1. Определения и характеристика каждого уровня структуры, с указанием типа химических связей, его формирующих.
2. Методы расшифровки, взаимосвязь разных уровней организации белковой молекулы.
3. Понятия: торсионные углы, домены, коэффициент асимметрии, денатурация, фолдинг.

**К опросу №3 «Классификация белков и пептидов»** (раздел 2 “Аминокислоты. Пептиды. Белки”)

1. Общие принципы классификации белков и пептидов. Свободные пептиды в природе, пути их биосинтеза, функции, представители.
2. Классификация белков по растворимости. Представители разных групп. Строение и функции коллагена,  $\alpha$ - и  $\beta$ -кератинов, фиброина.
3. Классификация сложных белков. Представители. Строение и функции гемоглобина, антител.

**К опросу №4 Ферменты** (раздел 2 “Аминокислоты. Пептиды. Белки”)

1. Сходство и отличие ферментов от небиологических катализаторов.
2. Строение ферментов. Роль активного центра, центра аллостерической регуляции, апофермента и кофактора в функционировании ферментов.
3. Классификация ферментов

4. Ферментативная кинетика (с графиками зависимости скорости реакции от концентрации фермента, субстрата, от pH, температуры, от времени протекания)
5. Типы ингибирования ферментов, их механизм.

**К опросу №5 «Репликация» (раздел 3 “Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка”)**

Репликация как матричный процесс. Ферменты репликации и их субстраты у про- и эукариот. Последовательность событий на стадии инициации, элонгации, терминации репликации. Роль вспомогательных белков при репликации. Особенности репликации у эукариот.

**К опросу №6 «Гликолиз и глюконеогенез» (раздел 4 “Углеводы”)**

1. Значение, реакции, ферменты и энергетический выход гликолиза. Субстратное фосфорилирование.
2. Значение, реакции, ферменты, энергетические затраты глюконеогенеза. Обходные реакции.

**К опросу №7 «Обмен азота» (раздел 7 “Биохимические взаимосвязи между организмами”)**

1. Биогеохимический цикл азота. Биохимия фиксации азота.
2. Нитраты, нитриты, нитрозамины: пути образования, накопление в пище, токсичность для человека.
3. Функции свободных аминокислот в организме человека.

**Вопросы для подготовки к коллоквиуму, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

**К коллоквиуму №1 «Строение и классификация белков» (по разделу 2. «Аминокислоты. Пептиды. Белки»)**

1. Белковые (протеиногенные) аминокислоты. Строение, классификация, диссоциация. Представители небелковых аминокислот
2. Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Представители различных групп, свободные пептиды.
3. Первичная структура белков. Характеристики пептидной связи. Торсионные углы.
4. Вторичная и сверхвторичная структуры белков. Домены.
5. Третичная и четвертичная структуры белков. Фибриллярные и глобулярные белки.
6. Основные принципы выделения белков. Денатурация белков и факторы, ее вызывающие.
7. Цикл азота в биосфере, влияние различных факторов на его функционирование. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназный комплекс.
8. Пути биосинтеза аминокислот. Дезаминирование аминокислот,
9. Конечные продукты азотного обмена, орнитиновый цикл.
10. Пути образования нитратов и нитритов (реакции, краткая характеристика ферментов). Нитраты в пище человека (потенциальные источники, типы токсического воздействия на организм).

**Вопросы для подготовки к коллоквиуму, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

1. Нуклеотиды, нуклеозиды. Роль свободных нуклеотидов. Функции ДНК и РНК.
2. Строение ДНК. Отличия у про- и эукариот (знать, в частности, - о степени повторяемости последовательностей, о мобильных элементах генома, правила Чаргаффа и т.д.)

3. Виды РНК: различия и сходство строения и функций (с ДНК и между собой), особенности синтеза разных типов РНК. Строение рибосом про- и эукариот.
4. Репликация. Условия протекания. Фрагменты Оказаки. Теломеры. Особенности репликации у про- и эукариот.
5. Транскрипция. Строение оперона и протекание транскрипции у прокариот. Строение транскриптона и особенности транскрипции у эукариот. Вспомогательные белки (белковые факторы, другие). Процессинг
6. Трансляция. Условия протекания. Генетический код и его свойства. Стадия синтеза белка. Энергетические затраты. Фолдинг. Шапероны.
7. Влияние на процесс синтеза белка различных факторов, механизмы регуляции синтеза белка (особо – у прокариот: механизмы индукции и репрессии, роль сигма-субъединицы РНК-полимеразы, роль цАМФ в регуляции (катаболическая репрессия).  
У эукариот – регуляция активности белковых факторов, энхансеры, сайленсеры, «тонкая» (групповая) регуляция сигнальными веществами (гормонами), регуляция на уровне процессинга. Регуляция через изменение числа генов и клеток.

**Вопросы для подготовки к коллоквиуму, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

1. Темновая фаза фотосинтеза (цикл Кальвина).
2. Взаимопревращение гексоз. Синтез пентоз.
3. Биосинтез олигосахаридов.
4. Расщепление углеводов в процессе пищеварения.
5. Типы макроэргических связей, их роль в обмене веществ.
6. Работа НАД и ФАД, дегидрогеназы.
7. Гликолиз. Клеточная локализация, химизм, ферменты, роль в клеточном дыхании.
8. Брожение. Клеточная локализация, химизм, ферменты, роль в метаболизме разных групп организмов.
9. Пентозомонофосфатный путь. Клеточная локализация, химизм, ферменты, роль.
10. Глюконеогенез. Клеточная локализация, химизм, ферменты, роль.
11. Цикл Кребса. Клеточная локализация, химизм, ферменты, функция “перекрестка метаболизма”.
12. Дыхательная цепь. Участки сопряжения дыхательной цепи. Механизм сопряжения при фосфорилировании.

**Вопросы для подготовки к коллоквиуму, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

1. Понятие, классификация и общая характеристика витаминов и витаминоподобных веществ (с примерами), значение в жизнедеятельности человека, животных, микроорганизмов, растений. Факторы, приводящие к гипо- и гипervитаминозам.
2. Инозит как витамин. Инозитолсодержащие фосфолипиды и схема инозитолфосфатного пути регуляции метаболизма.
3. Общая схема трансдукции сигнала на примере адреналинового каскада (как адреналин с участием G-белков вызывает повышение концентрации глюкозы в крови человека).
4. Липофильные вещества в регуляции метаболизма (на примере стероидных гормонов).
5. Понятие и классификация некодирующих РНК. Функционирование сигнальнораспознающей частицы (SRP), роль РНКового компонента. Участие U-РНК в сплайсинге.
6. Малые РНК (siRNA, miRNA). РНК-интерференция, ее механизм. Зачем нужна РНК-интерференция живым организмам?



Способы противодействия механизму РНК-интерференции (на примере вирусов и фитопатогенных грибов). Потеря РНК-интерференции как эволюционное приспособление у дрожжей (“killer”).

7. Фолдинг: понятие, стадии, основные события. Шапероны и фолдазы. Функции, классификация и “разделение обязанностей” шаперонов разных групп. Функционирование системы шаперона Hsp70.

8. Нарушения фолдинга. Амилоидозы. Прионы как болезнетворные агенты.

9. Посттрансляционная модификация белков (понятие, основные черты, примеры и назначение неслучайных модификаций).

10. Протеолиз. Роль в посттрансляционной модификации белков и в регуляции времени их существования. Роль лизосом и протеасом в протеолизе. Убиквитин и убиквитилирование.

**К семинару №1 «Ферменты» (по разделу 2. «Аминокислоты. Пептиды. Белки»), для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

### **1. Подготовка доклада с презентацией.**

#### **Требования по подготовке доклада:**

Фермент (группу близкородственных ферментов), которому будет посвящен доклад, выбирает сам студент по согласованию с преподавателем. Доклад должен иметь длительность 10 - 15 мин. Для фермента приводится шифр КФ (с пояснением), катализируемая реакция (с указанием механизма катализа), даются сведения о строении (состав холофермента, кофактор, др.), демонстрируется изображение молекулы. Раскрывается роль фермента в метаболизме, локализация, особенности его кодирования, синтеза, регуляции активности, ингибирования, а также использование в лечебных или диагностических мероприятиях. Следует указать функции, строение, место в классификации, специфику ингибирования и активирования фермента теми или иными веществами, проанализировать данные о влиянии pH среды, температуры, активаторов и ингибиторов на активность рассматриваемого фермента. Также следует изложить основные принципы определения активности данного фермента.

Пользуясь информацией доклада, слушатели должны иметь возможность заполнить таблицу “Представители ферментов разных классов”:

Название фермента	Шифр (КФ)	Катализируемая реакция	Кофакторы, эффекторы, особенности строения	Функция в организме, роль в хозяйственной деятельности человека

Для подготовки докладов с презентациями обязательно использование базы данных по ферментам (Режим доступа: <http://www.expasy.org/enzyme/> (ExPASy Proteomics Server, Швеция)) и связанных с ней баз данных, самостоятельный отбор материала из интернет-источников свободного доступа, а также анализ статей (не менее 2-х) из научных журналов (индивидуально рекомендуются преподавателем).

Краткое содержание доклада (не более 4 листов, включая титульный) со списком использованных источников информации оформляется в бумажном виде и сдается преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра.

Презентация должна иметь 5 – 6 слайдов, отражать и дополнять текст выступления.

**2. Подготовка к обсуждению понятий:** Активность ферментов, множественные молекулярные формы ферментов, константа Михаэлиса, активный центр ферментов, механизмы ферментативного катализа, ингибирование (его типы и механизмы), классификация ферментов, энзимодиагностика, энзимотерапия, энзимопатология.

**Требования к оформлению отчетов по лабораторным работам:**

Все отчеты должны быть оформлены в форме единого документа (в одной тетради либо отдельные листы сшиты в единый документ). В каждом отчете должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел “Результаты” должен включать первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Работы, включающие качественный анализ биомолекул, должны быть проиллюстрированы схемами необходимого оборудования (при использовании установок или приборов), содержать словесное описание и/или изображение полученных результатов качественных реакций. Работы, включающие количественный анализ, должны включать расчетные формулы, первичные данные (в том числе – калибровочную таблицу и калибровочный график), расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Вывод по итогам работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не допускаются.

**К семинару №2 (по разделу 3 «Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка»), для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

**Подготовка доклада с презентацией.**

**Требования по подготовке доклада:**

Тему доклада указывает преподаватель с учетом пожеланий студентов. Доклад должен иметь длительность 10 - 15 мин и полно раскрывать тему. Презентация должна иметь 5 – 6 слайдов, отражать и дополнять текст выступления. Краткое содержание доклада (не более 4 листов, включая титульный) со списком использованных источников информации оформляется в бумажном виде и сдается преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра.

**Примерные темы докладов:**

1. Основные принципы и главные этапы методов расшифровки первичной и вторичной структуры НК.
2. ПЦР и ее применение в медицине (отдельной отрасли медицины).
3. Современные представления об этапах зарождения жизни. “РНК-мир”. Сравнение и анализ гипотез Опарина и Гилберта, аргументы “за” и “против”.
4. Гипотезы о переходе от мира РНК к белковому синтезу.
5. Теломераза: функции, роль РНКового компонента, возможности регулирования теломеразной активности.
6. Рибосомы человека и их изучение.
7. Базовые представления об эволюции рибосомы. Рибозимная и шаперонная активности рибосом. Триггер-фактор как молекула механизма фолдинга.
8. Примеры нарушения классических правил генетического кода. Механизм “правильного” считывания рибосомой “двусмысленных” кодонов (инициирующих, терминирующих).

**К семинару №3 (по разделу 5 “Липиды”), для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

**Подготовка доклада с презентацией.**

**Требования по подготовке доклада:**

Тему доклада указывает преподаватель с учетом пожеланий студентов. Доклад должен иметь длительность 10 - 15 мин и полно раскрывать тему. Презентация должна иметь 5 – 6 слайдов, отражать и дополнять текст выступления. Краткое содержание доклада (не более 4 листов, включая титульный) со списком использованных источников информации оформляется в бумажном виде и сдается преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра.

Примерные темы докладов:

1. Холестерол и биомедицинское значение его изучения.
2. Незаменимые жирные кислоты.
3. Методы исследования липидов и липопротеинов плазмы крови.
4. Липиды как кофакторы.
5. Статины как лекарственные средства.
6. Эйкозаноиды и их биосинтез.

**К семинару №4 (по разделу 6 “Интеграция метаболизма, его регуляция при внутренних и внешних воздействиях”), для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

**Подготовка доклада с презентацией.**

**Требования по подготовке доклада:**

Тему доклада указывает преподаватель с учетом пожеланий студентов. Доклад должен иметь длительность 10-15 мин и полно раскрывать тему. Презентация должна иметь 5-6 слайдов, отражать и дополнять текст выступления. Краткое содержание доклада (не более 4 листов, включая титульный) со списком использованных источников информации оформляется в бумажном виде и сдается преподавателю не позднее, чем за 1 неделю до окончания семестра.

Примерные темы докладов:

1. Витамин А и его биохимическая роль.
2. Витамин В12.
3. Инсулин, его рецепция и эффекты.
4. Воздействие стероидных гормонов надпочечников на метаболизм.
5. Каспазы.
6. Регуляция гликолиза через ферментативный аппарат.
7. Интегрины и адгезия клеток
7. Кворум-сенсинг: понятие, механизм и значение. Кворум-сенсинг у грамм-отрицательных бактерий (на примере *S. aureus*).
8. Трансдукция сигнала при передаче ольфакторного (феромонного) сигнала у человека и других млекопитающих.

**6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:**

**6.1. Перечень компетенций выпускников образовательной программы с указанием результатов обучения (знаний, умений, владений), характеризующих этапы их формирования, описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования**

**КОМПЕТЕНЦИЯ ОПК-7:** готовность к использованию основных физико-химических, математических и иных естественнонаучных понятий и методов при решении профессиональных задач.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	Незачтено		Зачтено				
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>Знать:</b> основные биологические и физико-химические понятия, являющиеся базовыми при решении профессиональных задач	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможно оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки, без ошибок	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки
<b>Уметь:</b> использовать основные биологические и физико-химические понятия и методы для решения профессиональных задач	Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<b>Владеть:</b> основным и биохимическими методами решения и анализа профессиональных	Отсутствие владения материалом. Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы творческий подход к решению нестандартных

задач	обучающего ся от ответа	навыки.  Имели место грубые ошибки	задач с некоторы ми недочета ми	недочетами	недочетов		задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненны х заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

**КОМПЕТЕНЦИЯ ОПК-9:** способность к оценке морфофункциональных, физиологических состояний и патологических процессов в организме человека для решения профессиональных задач.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	Незачтено		Зачтено				
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>Уметь:</b> проводить качественный и количественный биохимический анализ по инструкции	Отсутствие минимальных умений. Невозможно оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения.  Имели место грубые ошибки	Продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продемонстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продемонстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<b>Владеть:</b> навыками проведения качественного и количественного биохимического анализа для оценки физиологических состояний	Отсутствие владения материалом. Невозможно оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки	Имеется минимальный набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продемонстрированы творческий подход к решению нестандартных задач

и патологических процессов в организме человека при решении профессиональных задач							
Шкала оценок по проценту правильно выполненных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

## 6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Промежуточная аттестация по дисциплине проводится в форме зачета и экзамена.

### Шкала оценивания отчетов по лабораторным работам:

Зачтено	Отчеты оформлены согласно требованиям п.5, сданы на проверку не позднее, чем в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя (возможно на последнем занятии).
Не зачтено	Отчеты оформлены не по требованиям либо не подготовлены и не сданы в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Не исправлены ошибки, не проработаны замечания преподавателя.

### Шкала оценивания докладов на семинарах:

Зачтено	Подготовлен доклад в соответствии с требованиями п.5.
Не зачтено	Доклад не подготовлен либо не соответствует требованиям п.5.

### Шкала оценивания контрольных работ:

Критерий оценивания	Не зачтено	Зачтено		
	0 баллов	3 баллов	4 баллов	5 баллов
% правильно выполненных заданий контрольной работы	Менее 50%	50-60 %	61-90%	91-100 %

### Шкала оценивания коллоквиумов:

Критерий оценивания	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«превосходно»
Характеристика знаний	Не знает,	Фрагментарные	Неполное знание, 1	Знание и умение с	Знание и умение и	Знание и умение

и умений за коллоквиум	не умеет. Не способен оппонировать.	знания, умения, много грубых ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании.	грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя.	небольшими пробелами, мало ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании. Эти пробелы и ошибки полностью устраняются после указания на них со стороны преподавателя или оппонента.	устойчивое, систематическое, успешное, самостоятельное. Имеются небольшие пробелы в оппонировании. ИЛИ: Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, но с небольшими пробелами. Оппонирование успешное, полное, самостоятельное.	полное и устойчивое, систематическое, успешное, самостоятельное как при ответе, так и при выполнении заданий, оппонировании.
------------------------	-------------------------------------	--	--	---	---	--

#### **Шкала оценивания устных ответов:**

Критерий оценивания	Не зачтено	Зачтено		
		0,2 балла	0,7 балла	1 балл
Характеристика знаний и умений за коллоквиум	Отказывается отвечать, выполнять задания, оппонировать или не знает, не умеет, не способен оппонировать, выполнять задания.	Фрагментарные знания, умения, не более 1 грубой и 1 - нескольких небольших ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании. Ошибки исправлены после направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя.	Неполное знание, 1 грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя.	Знание и умение с небольшими ошибками или без пробелов и ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании.

#### **Балльно-рейтинговая система оценки знаний студентов по дисциплине «Общая биохимия»**

##### 1. Оценка текущей успеваемости студентов в 5 семестре

№ п/п	Оцениваемая позиция	Возможное количество баллов
<b>1.</b>	Контр/раб. «Аминокислоты»	<b>3 - 5</b>
<b>2.</b>	Коллоквиум «Строение и классификация белков, ферменты»	<b>6 - 10</b>
<b>3.</b>	Контр/раб. «Нуклеотиды»	<b>3 - 5</b>

4.	Коллоквиум «Нуклеиновые кислоты и синтез белка»	<b>6 - 10</b>
5.	Сдача отчетов по практическим работам	<b>+ 5 - сдача отчетов в срок</b>
6.	Поощрительные баллы за текущие опросы	+1 балл за отличный, +0,7 балла за хороший, + 0,2 балла за удовлетворительный ответ
7.	Поощрительные баллы за успешно построенный* по собственным экспериментальным данным калибровочный график	+ 1 балл за каждую
8.	ИТОГО за семестр	<b>минимум 25 основных балла максимум 35 основных балла + 9 поощрительных баллов = 42</b>

## 2. Оценка текущей успеваемости студентов в 6 семестре

№ п/п	Оцениваемая позиция	Возможное количество баллов
1.	Контр/раб. «Моно- и дисахариды»	<b>3 - 5</b>
2.	Коллоквиум «Углеводы, энергетический обмен»	<b>6 - 10</b>
3.	Контр/раб. «Липиды»	<b>3 - 5</b>
4.	Контр/раб. «Витамины»	<b>3 - 5</b>
5.	Коллоквиум «Регуляция метаболизма»	<b>6 - 10</b>
6.	Контр/раб. «Пути синтеза аминокислот. Небелковые аминокислоты»	<b>3 - 5</b>
7.	Коллоквиум «Биохимические механизмы межорганизменных взаимосвязей»	<b>6 - 10</b>
8.	Сдача отчетов по практическим работам	<b>+ 5 - сдача отчетов в срок</b>
9.	Поощрительные баллы за текущие опросы	+1 балл за отличный, +0,7 балла за хороший, + 0,2 балла за удовлетворительный ответ
10.	Поощрительные баллы за успешно построенный* по собственным экспериментальным данным калибровочный график	+ 1 балл за каждую
11.	ИТОГО за семестр	<b>минимум 35 основных балла максимум 55 основных баллов + 9 поощрительных баллов</b>
12.	ИТОГО за курс	<b>минимум 60 основных балла максимум 90 основных баллов +</b>



		18 поощрительных баллов
--	--	-------------------------

\* - успешно построенным считается калибровочный график, совпадающий по значениям оптической плотности с эталонными значениями, имеющимися у преподавателя.

**Примечания:**

1. Пропущенные и неотработанные занятия, а также несданные отчеты за практические работы являются основанием для выставления неудовлетворительной итоговой оценки за предмет независимо от текущего и экзаменационного рейтинга студента. К отработкам допускаются студенты, допустившие пропуск по уважительной причине и представившие соответствующий документ преподавателю и в дирекцию ИББМ.

2. Отчеты за пропущенные работы к проверке не допускаются.

3. Баллы за сданные отчеты начисляются по факту сдачи ВСЕХ отчетов (по принципу «все или ничего»).

4. **Минимальный рекомендуемый рейтинг текущей успеваемости в первом семестре – 25 баллов, во втором семестре – 35 баллов, итоговый – 60 баллов.**

**3. Балльная шкала за оценку на экзамене (максимум – 60 баллов)**

Оценка на экзамене	Превосходно «5+»	Отлично «5»	Очень хорошо «4+»	Хорошо «4»	Удовл. «3»	Неудовл. «2»	Плохо «1»	Неявка, не допущен
Эквивалент в баллах	58-60	53-57	45-52	37-44	29-36	21-28	10-20	0

4. Шкала перевода суммы баллов по дисциплине (итогового рейтинга) в оценку, выставляемую в экзаменационную ведомость и в зачетную книжку:

Итоговая оценка	Превосходно «5+»	Отлично «5»	Очень хорошо «4+»	Хорошо «4»	Удовл. «3»	Неудовл. «2»	Плохо «1»	Не допущен
Итоговый рейтинг по дисциплине	144-150	131-143	123-130	101-122	91-100	86-90	80-85	

**Шкала оценивания ответа на экзамене (максимум – 60 баллов)**

Характеристика ответа	Оценка	Баллы
Знает и понимает строение и функционирование биомолекул, а также взаимосвязь биологических систем на биохимическом уровне. Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение сопоставить	Превосходно "5+"	58-60

теоретические знания физиологических процессов с результатами, полученными в ходе проведения практических занятий, свободное владение информацией из нескольких источников основной и дополнительной литературы. Полно иллюстрирует ответ химическими формулами, схемами реакций и метаболических путей, приводит собственные примеры.		
Знает и понимает строение и функционирование биомолекул, а также взаимосвязь биологических систем на биохимическом уровне. В целом полный ответ, демонстрирующий уверенные знания, с некоторыми неточностями, умение сопоставить теоретические знания физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Свободное владение информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей.	Отлично "5"	53-57
Знает и понимает строение и функционирование биомолекул, а также взаимосвязь биологических систем на биохимическом уровне. В целом хороший ответ с одной грубой или 2-3 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя правильно и развернуто сформулировать ответ. Владение информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами реакций.	Очень хорошо "4+"	45-52
Знает и понимает строение и функционирование биомолекул, а также взаимосвязь биологических систем на биохимическом уровне. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ, сопоставить теоретические знания	Хорошо "4"	37-44

физиологических процессов с данными, полученными в ходе проведения практических занятий. Иллюстрация ответа описаниями метаболических и физиологических процессов.		
Знает и понимает строение и функционирование биомолекул, а также взаимосвязь биологических систем на биохимическом уровне. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми и 3-4 незначительными ошибками. Умение со значительной помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ.	Удовлетворительно "3"	29-36
Знает и понимает строение и функционирование биомолекул, но не взаимосвязь биологических систем на биохимическом уровне. Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильного ответа даже при значительной помощи преподавателя.	Неудовлетворительно "2"	21-28
Не знает и не понимает ни строения, ни функционирования биомолекул, ни взаимосвязи биологических систем на биохимическом уровне.	Плохо "1"	10-20
Ответ отсутствует	Неявка, не допущен	0

### 6.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих сформированность компетенций (ОПК-7, ОПК-9)

*Для оценивания результатов обучения в виде знаний используются следующие процедуры и технологии:*

*- Контрольные работы*

*- Доклады*

*- Коллоквиумы*

*- Собеседования (семинары)*

*Для оценивания результатов обучения в виде умений и владений используются следующие процедуры и технологии:*

*- Контрольные работы*

*- Коллоквиумы*

- Задачи (практические задания)

- Доклады

*Для проведения промежуточной аттестации сформированности компетенции используются: проведение зачета и экзамена.*

*Специальных вопросов к зачету не предусмотрено. Минимальный рекомендуемый рейтинг текущей успеваемости по дисциплине «Общая биохимия» в пятом семестре является необходимым и достаточным для получения зачета*

*Экзамен проводится в устной форме. Студент вытягивает три вопроса. Два вопроса содержат теоретическую часть, перед ответом на вопросы дается 30 минут для подготовки и составления кратких тезисов ответа в письменной форме. Далее студент дает развернутый ответ на два вопроса.*

**6.4. Типовые контрольные задания, необходимые для оценки результатов обучения, характеризующих этапы формирования компетенций**

**Примеры типовых заданий, для оценки сформированности знаний и умений компетенции**

**ОПК-7, ОПК-9 (Семестр 5):**

**К контрольной работе “Аминокислоты”**

**(по разделу 2 “Аминокислоты. Пептиды. Белки”).**

**Вариант 1**

**1. Выберите правильный ответ:**

1. К диаминомонокислотам относится:

а) изолейцин; б) орнитин в) триптофан; г) серин.

2. Пурпур Руэманна (сине-фиолетовый продукт) образуется при реакции аминокислот с

а) азотистой кислотой; б) аммиаком; в) нингидрином; г) уксуснокислым свинцом.

3. Иминокислотой является:

а) серин; б) триптофан; в) орнитин г) пролин.

4. К аминокислотам, у которых боковой радикал диссоциирует по щелочному типу не относится:

а) лизин; б) пролин; в) аргинин; г) гистидин.

5. Наибольшее число атомов азота имеет аминокислота:

а) аргинин; б) фенилаланин; в) изолейцин; г) орнитин.

6. Незаменимой аминокислотой является:

а) тирозин; б) глицин; в) валин; г) пролин.

7. К аминокислотам с полярным положительно заряженным боковым радикалом относится:

а) триптофан; б) лейцин; в) лизин; г) валин.

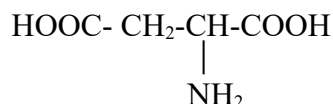
8. Не обладает оптической активностью:

а) глицин; б) пролин; в) цистин; г) серин.

9. К аминокислотам с гидрофобным боковым радикалом относится:

а) аспарагин; б) серин; в) лейцин; г) треонин.

10. Формула какой аминокислоты здесь представлена?



а) L-аспарагиновая кислота; б) D-аспарагиновая кислота; в) L-глутаминовая кислота; г) D-глутаминовая кислота.

## 2. Напишите формулу пептида:

Лизин – пролин – фенилаланин – глутаминовая кислота

### **К контрольной работе “Нуклеотиды”** (по разделу 3 “Нуклеиновые кислоты. Биосинтез белка”)

Вариант 1

1. Написать формулы АТФ, дТЗ’МФ, УДФ, фГ
2. Написать спаривание азотистых оснований Г и Ц.
3. Написать структурную формулу олигонуклеотида фАфЦфУфф (полный вариант)

### **К контрольной работе “Моно- и дисахариды”** (по разделу 4 “Углеводы”)

Вариант 1

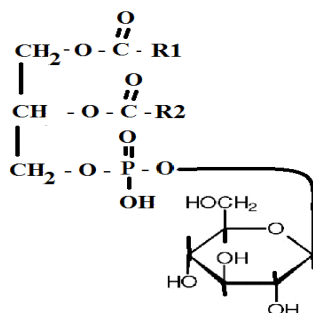
1. Напишите структурные формулы D-дигидроксиацетона-3-фосфата, b-D-фруктозы, α-D-глюкозы, ПВК, рибозы.
2. Расшифруйте понятие “эпимеры”. Приведите примеры моносахаридов, являющихся эпимерами.
3. Структурная формула и систематическое название сахарозы. К какому виду дисахаридов (редуцирующим или нередуцирующим) она относится?
4. Химическая структура крахмала.

### К контрольной работе “Липиды”

(по разделу 5 “Липиды”)

Вариант 2

1. Написать формулу ДАГ, жирные кислоты в котором представлены пальмитиновой кислотой.
2. Написать формулу лизофосфатидилэтаноламина. ЖК – по Вашему выбору.
3. К какой группе (классу) липидов относится соединение следующего строения:



### К контрольной работе “Витамины”

(к разделу 6 “Интеграция метаболизма, его регуляция при внутренних и внешних воздействиях”)

Вариант 1

- 1) Витамин С. Формула, основная биохимическая роль, картина авитаминоза, основные источники и примерная суточная потребность для человека.
- 2) Перечислите жирорастворимые витамины, охарактеризуйте структурные особенности каждого из названных вами витаминов.

### К контрольной работе “Пути синтеза аминокислот.

**Небелковые аминокислоты”**

(к разделу 7 “Биохимические взаимосвязи между организмами”)

Вариант 1

- 1) Написать формулы: изолейцина, пролина, орнитина, гомосерина, азетидин-2-карбоновой кислоты, цианаланина. Выбрать из предложенных аминокислот небелковые, указать их значение в биохимических взаимосвязях между организмами.
- 2) Главные ступени синтеза аминокислот по шикиматному пути.

### ПРИМЕРНЫЕ ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ:

1. Общая схема трансдукции сигнала. Водорастворимые вещества как первичные мессенджеры. Пример регуляции с участием водорастворимых первичных мессенджеров.
2. Инозит как витамин. Инозитолсодержащие фосфолипиды и схема инозитолфосфатного пути регуляции метаболизма.
3. Липофильные вещества в регуляции метаболизма (на примере стероидных гормонов).

4. Кворум сенсинг: понятие, механизм и смысл существования кворум сенсинга в популяциях организмов. Кворум-сенсинг у грамотрицательных бактерий (на примере *A. fischeri*. Знать схему регуляции lux-оперона и формулу ацилгомосеринлактона).
5. Кворум-сенсинг у грамотрицательных бактерий (на примере *S. aureus*, знать схему регуляции QS, особенности строения и функционирования пептидов-автоиндукторов).
6. Функции химических веществ в межорганизменных взаимодействиях (с примерами).
7. Современные представления об этапах зарождения жизни. “РНК-мир”. Сравнение и анализ гипотез Опарина и Гилберта, аргументы “за” и “против”. Гипотезы о переходе от мира РНК к белковому синтезу.
8. Витамины: понятие, классификация, строение, биологическая роль и биохимические механизмы действия (с примерами). Причины и последствия недостаточности.
9. Аминокислоты. Строение, изомерия, диссоциация. Физические и химические свойства. Принципы классификации. Белковые и небелковые аминокислоты.
11. Функции аминокислот внутри организма и в межорганизменных взаимодействиях. Примеры (с формулами).
12. Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Представители различных групп.
13. Свободные пептиды. Их функции, строение, представители, биологическая роль.
14. Уровни структурной организации белковой молекулы. Первичная структура. Характеристики пептидной связи. Торсионные углы.
15. Вторичная и сверхвторичная структуры белков. Домены.

**Вопросы для подготовки к коллоквиуму, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

**К коллоквиуму №1 «Строение и классификация белков» (по разделу 2. «Аминокислоты. Пептиды. Белки»)**

16. Белковые (протеиногенные) аминокислоты. Строение, классификация, диссоциация. Представители небелковых аминокислот
17. Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Представители различных групп, свободные пептиды.
18. Первичная структура белков. Характеристики пептидной связи. Торсионные углы.
19. Вторичная и сверхвторичная структуры белков. Домены.
20. Третичная и четвертичная структуры белков. Фибриллярные и глобулярные белки.
21. Основные принципы выделения белков. Денатурация белков и факторы, ее вызывающие.
22. Цикл азота в биосфере, влияние различных факторов на его функционирование. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназный комплекс.
23. Пути биосинтеза аминокислот. Дезаминирование аминокислот,
24. Конечные продукты азотного обмена, орнитиновый цикл.
25. Пути образования нитратов и нитритов (реакции, краткая характеристика ферментов). Нитраты в пище человека (потенциальные источники, типы токсического воздействия на организм).

**Вопросы для подготовки к коллоквиуму, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

8. Нуклеотиды, нуклеозиды. Роль свободных нуклеотидов. Функции ДНК и РНК.
9. Строение ДНК. Отличия у про- и эукариот (знать, в частности, - о степени повторяемости последовательностей, о мобильных элементах генома, правила Чаргаффа и т.д.)

10. Виды РНК: различия и сходство строения и функций (с ДНК и между собой), особенности синтеза разных типов РНК. Строение рибосом про- и эукариот.
11. Репликация. Условия протекания. Фрагменты Оказаки. Теломеры. Особенности репликации у про- и эукариот.
12. Транскрипция. Строение оперона и протекание транскрипции у прокариот. Строение транскриптона и особенности транскрипции у эукариот. Вспомогательные белки (белковые факторы, другие). Процессинг
13. Трансляция. Условия протекания. Генетический код и его свойства. Стадия синтеза белка. Энергетические затраты. Фолдинг. Шапероны.
14. Влияние на процесс синтеза белка различных факторов, механизмы регуляции синтеза белка (особо – у прокариот: механизмы индукции и репрессии, роль сигма-субъединицы РНК-полимеразы, роль цАМФ в регуляции (катаболическая репрессия).  
У эукариот – регуляция активности белковых факторов, энхансеры, сайленсеры, «тонкая» (групповая) регуляция сигнальными веществами (гормонами), регуляция на уровне процессинга. Регуляция через изменение числа генов и клеток.

**Вопросы для подготовки к коллоквиуму, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

13. Темновая фаза фотосинтеза (цикл Кальвина).
14. Взаимопревращение гексоз. Синтез пентоз.
15. Биосинтез олигосахаридов.
16. Расщепление углеводов в процессе пищеварения.
17. Типы макроэргических связей, их роль в обмене веществ.
18. Работа НАД и ФАД, дегидрогеназы.
19. Гликолиз. Клеточная локализация, химизм, ферменты, роль в клеточном дыхании.
20. Брожение. Клеточная локализация, химизм, ферменты, роль в метаболизме разных групп организмов.
21. Пентозомонофосфатный путь. Клеточная локализация, химизм, ферменты, роль.
22. Глюконеогенез. Клеточная локализация, химизм, ферменты, роль.
23. Цикл Кребса. Клеточная локализация, химизм, ферменты, функция “перекрестка метаболизма”.
24. Дыхательная цепь. Участки сопряжения дыхательной цепи. Механизм сопряжения при фосфорилировании.

**Вопросы для подготовки к коллоквиуму, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9:**

1. Понятие, классификация и общая характеристика витаминов и витаминоподобных веществ (с примерами), значение в жизнедеятельности человека, животных, микроорганизмов, растений. Факторы, приводящие к гипо- и гипervитаминозам.
2. Инозит как витамин. Инозитолсодержащие фосфолипиды и схема инозитолфосфатного пути регуляции метаболизма.
3. Общая схема трансдукции сигнала на примере адреналинового каскада (как адреналин с участием G-белков вызывает повышение концентрации глюкозы в крови человека).
4. Липофильные вещества в регуляции метаболизма (на примере стероидных гормонов).
5. Понятие и классификация некодирующих РНК. Функционирование сигналраспознающей частицы (SRP), роль РНКового компонента. Участие U-РНК в сплайсинге.
6. Малые РНК (siRNA, miRNA). РНК-интерференция, ее механизм. Зачем нужна РНК-интерференция живым организмам?



Способы противодействия механизму РНК-интерференции (на примере вирусов и фитопатогенных грибов). Потеря РНК-интерференции как эволюционное приспособление у дрожжей (“killer”).

7. Фолдинг: понятие, стадии, основные события. Шапероны и фолдазы. Функции, классификация и “разделение обязанностей” шаперонов разных групп. Функционирование системы шаперона Hsp70.

8. Нарушения фолдинга. Амилоидозы. Прионы как болезнетворные агенты.

9. Посттрансляционная модификация белков (понятие, основные черты, примеры и назначение неслучайных модификаций).

10. Протеолиз. Роль в посттрансляционной модификации белков и в регуляции времени их существования. Роль лизосом и протеасом в протеолизе. Убиквитин и убиквитилирование.

### **Вопросы к зачету, для оценки сформированности знаний и умений компетенции ОПК-7, ОПК-9 (Семестр 5):**

1. Предмет биохимии, и ее связь с другими биологическими науками. Биохимия как молекулярный уровень изучения всех сторон явления жизни. Основные разделы и направления биохимии. Роль биохимии в подготовке провизоров.

2. Структура белковой молекулы. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Типы связей в белках. Фибриллярные и глобулярные белки.

3. Физико-химические свойства белков: ионизация, гидратация, растворимость и осаждение. Методы выделения индивидуальных белков: высаливание, электрофорез. Электрофорез белков сыворотки крови на бумаге. Протеинограмма здорового человека.

4. Классификация и биологические функции белков. Простые и сложные белки. Характеристика отдельных групп простых белков. Белки и пептиды как фармакопрепараты.

5. Нуклеиновые кислоты. Состав, продукты гидролиза. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды, их состав и названия, характер связей.

6. Полинуклеотиды. Характер и положение связей между мононуклеотидными звеньями. Правила Чаргаффа. Характеристика двойной спирали ДНК. Особенности строения и биологическая роль отдельных видов РНК.

7. Нуклеопротеины. Особенности строения и пространственная укладка ДНК-протеина в хроматине, строение РНК-протеиновых частиц в рибосоме.

8. Железосодержащие хромопротеины. Строение, свойства и биологическая роль гемоглобина. Производные гемоглобина, особенности их строения и значение. Формы гемоглобина, гемоглобинопатия. Миоглобин, строение, биологические функции.

9. Фосфопротеины. Структура и роль отдельных представителей. Роль протеинкиназ в структурно-функциональной модификации клеточных белков.

10. Углевод-белковые комплексы. Отличительные особенности гликопротеинов и гликозаминопротеогликанов. Отдельные представители, биологическая роль.

11. Гликозаминогликаны (ГАГ), классификация. Кислые ГАГ, содержащие и не содержащие серную кислоту: структура, распространение и биологическая роль.

12. Липиды, классификация. Простые липиды (нейтральные жиры, стериды). Сложные липиды (фосфолипиды, сфинголипиды). Строение, биологическая роль в крови и тканях.

13. Липопротеины (ЛП) плазмы крови. Методы разделения ЛП плазмы крови, характеристика отдельных фракций, их диагностическое значение.

14. Биологические мембраны. Современные представления о структуре, свойствах и функциях биомембран. Механизм переноса веществ через мембраны. Липосомы, применение их в биохимии, фармации и медицине.

15. История учения о ферментах. Сходства и отличия ферментов и неорганических катализаторов. Классификация и номенклатура ферментов.

16. Современные представления о химической природе и строении ферментов. Активный и аллостерический центры. Ферменты-протеины и ферменты-протеиды. Химическая природа коферментов.
17. Механизм действия ферментов. Изменения энергетической диаграммы при участии ферментов. Механизм действия холинэстеразы. Специфичность ферментов. Виды специфичности. Теории специфичности.
18. Кинетика ферментативных реакций. Константа Михаэлиса. Скорость ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса-Ментен. Зависимость скорости ферментативных реакций от концентрации субстрата и фермента, температуры, pH среды.
19. Активаторы ферментов. Типы активаторов и механизм их действия. Единицы активности ферментов. Удельная и молекулярная активность.
20. Ингибиторы ферментов. Специфические и неспецифические, обратимые и необратимые, конкурентные и неконкурентные ингибиторы. Графики Лайнуивера-Берка.

**Вопросы к экзамену, для оценки сформированности знаний и умений компетенции  
ОПК-7, ОПК-9 (Семестр 6):**

1. Изоферменты, их характеристика. Изоферменты лактатдегидрогеназы. Диагностическое значение изоферментов. Понятия о мультиэнзимных комплексах.
2. Практическое значение ферментов. Источники получения ферментов, применение ферментов в народном хозяйстве, фармацевтической промышленности, в анализе биологически активных веществ в качестве аналитических реагентов. Имобилизованные ферменты, их преимущества в технологических процессах и медицине. Медицинские аспекты энзимологии: энзимопатология, энзимодиагностика, энзимотерапия.
3. Витамины. Определение, краткая история развития представлений о витаминах. Классификация, номенклатура витаминов. Понятие о гиповитаминозах, гипервитаминозах. Первичные, вторичные гиповитаминозы и авитаминозы. Антивитамины, механизм их действия. Применение в медицине витаминов и антивитаминов.
4. Витамин PP. Структура, источники витамина, суточная потребность. Проявление гипо- и авитаминозов. Биологическая роль. Структура и функции НАД и НАДФ. Применение витамина PP в медицине.
5. Витамин B1. Структура, свойства, биологическая роль. Механизм участия ТПФ (ТДФ) в окислительном декарбоксилировании альфа-кетокислот. Суточная потребность, источники. Проявление гипо- и авитаминозов. Применение витамина B1 и ТДФ в медицине.
6. Витамин B2. Структура, источники, суточная потребность, проявления гипо- и авитаминоза. Биологическая роль. Структура и функции ФАД и ФМН. Первичные и вторичные флавиновые дегидрогеназы. Витамин B2 и коферменты как лекарственные вещества.
7. Витамин B3 (пантотеновая кислота). Структура, суточная потребность, источники. Проявления недостаточности. Биологическая роль. Структура и функции КоА, ацилпереносящих белков.
8. Биотин. Структура, суточная потребность, источники, проявления недостаточности. Биотинпротеиды, их участие в процессах карбоксилирования (образование активной формы CO<sub>2</sub>).
9. Витамин B6. Структура, источники, суточная потребность, проявления гипо- и авитаминоза. Биологическая роль. Пиридоксальфосфат и пиридоксаминфосфат. Механизм действия пиридоксальных ферментов. Антивитамины, их механизмы действия, применение в медицине.
10. Фолиевая кислота. Структура, суточная потребность, источники, проявления гипо- и авитаминоза. Фолатпротеиды и их биологическая роль. Применение антагонистов фолиевой кислоты в медицине.
11. Витамин B12. Потребность, источники, проявление авитаминоза. Участие специфических гликопротеидов во всасывании и транспорте витамина B12. Структура цианкобамида,

метилкобамида и дезоксиаденозинкобамида. Биологическая роль. Применение витамина B12 в медицине.

12. Липоевая кислота. Структура, свойства, суточная потребность, биологическая роль.

13. Витамин С. Структура, суточная потребность, проявление гипо- и авитаминоза, биологическая роль. Участие в окислительно-восстановительных процессах, в стероидогенезе и образовании коллагена.

14. Витамин А. Структура, свойства, суточная потребность, источники, проявление гипо- и авитаминоза, гипервитаминоз. Биологическая роль. Применение в медицине.

15. Витамин Д. Структура, свойства, суточная потребность, источники, проявление гипо-, гипер- и авитаминоза. Нарушение фосфорно-кальциевого обмена при рахите. Биологическая роль. Применение в медицине.

16. Витамин Е. Структура, свойства, потребность. Причины возникновения гиповитаминоза и его проявления, биологическая роль. Применение в медицине.

17. Витамин К. Структура, свойства, суточная потребность. Проявления гипо- и авитаминоза. Биологическая роль. Синтетические заменители витамина К как фармакопрепараты.

18. Понятие об обмене веществ и энергии как о единой сопряженной системе. Классификация организмов по типу питания и источнику энергии. Экзергонические и эндергонические реакции в клетке.

19. Макроэргические соединения. Структура основных макроэргов. Центральная роль АТФ в катаболических и анаболических процессах. Применение в медицине лекарственных веществ-доноров метаболической энергии (АМФ, рибоксин).

20. Биологическое окисление. Роль отечественных и зарубежных ученых (Бах, Палладин, Виланд, Варбург) в развитии учения о биологическом окислении. Современные представления о биологическом окислении.

21. Энергетическое (или сопряженное) окисление. Последовательность реакций в дыхательной цепи. Понятие о редокспотенциалах и структурированности компонентов дыхательной цепи. Понятие об элементарных частицах. Строение митохондрий. Механизм аккумуляции энергии (понятие об энергетическом потенциале мембран и механизмах фосфорилирования АДФ). Коэффициент сопряжения окислительного фосфорилирования. Разобщение окисления и фосфорилирования, разобщающие факторы. Лекарственные вещества как разобщители.

22. Фотосинтез. Характеристика фотосинтезирующих систем. Стадии фотосинтеза. Механизм световой стадии. Фотосистемы I и II, их составные компоненты и функции. Циклический и нециклический перенос электронов в фотосистемах. Механизм фосфорилирования.

23. Фотосинтез. Общая характеристика реакций темновой стадии. Образование углеводов из CO<sub>2</sub> в цикле Кальвина.

24. Свободное окисление. Микросомальное окисление. Последовательность реакций и биологическое значение. Перекисное окисление липидов (ПОЛ). Прооксиданты и антиоксиданты. Антиоксиданты как лекарственные препараты. Пероксисомальное окисление, биологическая роль.

25. Понятие об этапах унификации энергетических субстратов окисления. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты с участием мультиферментного комплекса. Последовательность реакций. Энергетическая эффективность.

26. Цикл трикарбоновых кислот Кребса. Связь с процессами окислительного фосфорилирования. Аллостерические клеточные механизмы регуляции цикла Кребса.

27. Основные пищевые углеводы. Переваривание и всасывание углеводов. Судьба глюкозы в тканях.

28. Биосинтез гликогена. Структура и биологическая роль гликогена. Этапы и ферменты гликогенеза. Основные пути распада гликогена. Влияние гормонов (адреналина и глюкагона) на мобилизацию гликогена. Гликогенозы.

29. Гликолиз. Характеристика отдельных этапов анаэробного гликолиза. Ключевые ферменты. Энергетическая мощность. Распространение, биологическая роль гликолиза. Особенности спиртового брожения глюкозы.
30. Гликогенолиз. Последовательность реакций гликогенолиза. Энергетическая эффективность гликогенолиза.
31. Аэробное дихотомическое окисление как основной путь энергетического окисления глюкозы. Основные этапы (в цитоплазме и митохондриях). Энергетическая характеристика аэробного дихотомического окисления глюкозы. Глицерофосфатный челночный механизм транспорта цитоплазматического водорода в митохондрии.
32. Судьба конечных продуктов дихотомического окисления глюкозы. Превращение молочной кислоты в тканях. Цикл Кори.
33. Глюконеогенез. Обходные пути необратимых реакций гликолиза. Этапы глюконеогенеза из лактата, глицерина, аминокислот. Ключевые ферменты, биологическая роль и условия активизации глюконеогенеза.
34. Апотомическое окисление глюкозы. Химизм реакций окислительной фазы. Неокислительная фаза превращения пентоз. Распространение, биологическая роль. Взаимосвязь с гликолизом.
35. Регуляция обмена углеводов. Механизмы действия на обмен углеводов адреналина, глюкагона, глюкокортикоидов, соматотропина, инсулина.

## **7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины**

### **а) основная литература:**

1. Биологическая химия [Электронный ресурс]: учебник / Березов Т.Т., Коровкин Б.Ф. - 3-е изд., стереотипное. - М.: Медицина, 2008. Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru/book/ISBN5225046851.html>
2. Давыдов, В. В. Биохимия : учебник / В. В. Давыдов, Т. П. Вавилова, И. Г. Островская. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2022. - 704 с. - ISBN 978-5-9704-6953-8. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785970469538.html>

### **б) дополнительная литература:**

1. Барышева, Е. С. Биохимия : учебное пособие / Барышева Е. С. - Оренбург : ОГУ, 2017. - 141 с. - ISBN 978-5-7410-1888-0. - Текст : электронный // ЭБС "Консультант студента" : [сайт]. - URL : <https://www.studentlibrary.ru/book/ISBN9785741018880.html>

### **в) программное обеспечение и Интернет-ресурсы:**

- ЭБС «Юрайт». Режим доступа: <http://biblio-online.ru>.
- ЭБС «Консультант студента». Режим доступа: <http://www.studentlibrary.ru>.
- ЭБС «Лань». Режим доступа: <http://e.lanbook.com/>.
- ЭБС «Znaniy.com». Режим доступа: [www.znaniy.com](http://www.znaniy.com).
- Лицензионное ПО (операционная система Microsoft Windows, пакет прикладных программ Microsoft Office) и свободно распространяемое программное обеспечение.

## **8. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного типа, укомплектованные специализированной мебелью и демонстрационным оборудованием (доска для мела, экран, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук)); лаборатория и помещение для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования, укомплектованные

специализированной мебелью и техническими средствами обучения (доска меловая, вытяжной шкаф, спектрофотометр, иономер, Рн-метр, весы технические, дозаторы автоматические фиксированного объема, дистиллятор, электрофоретические камеры для вертикального и горизонтального электрофореза, хроматографическая камера, центрифуга, водяная баня-термостат, набор лабораторной посуды, набор реактивов); учебные аудитории для проведения занятий семинарского типа, групповых и индивидуальных консультаций, текущего контроля и промежуточной аттестации, укомплектованные специализированной мебелью и доской меловой.

Помещение для самостоятельной работы обучающихся, оснащенное комплектом мебели, демонстрационным оборудованием (экран, проектор), персональным компьютером с выходом в интернет и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду ННГУ.

Программа составлена в соответствии с требованиями ФГОС ВО по специальности **31.05.01 Лечебное дело**.

Автор(ы): к.б.н., доц. каф. биохимии и биотехнологии Стручкова И.В.

Заведующий кафедрой: Заведующий кафедрой биохимии и биотехнологии д.б.н., проф. Корягин А.С.

Программа одобрена на заседании методической комиссии ИББМ от 10 апреля 2019 г., протокол № 5.