

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

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

Институт биологии и биомедицины

УТВЕРЖДЕНО  
решением президиума  
Ученого совета ННГУ  
протокол от  
«20» апреля 2021 г. № 1

## **Рабочая программа дисциплины**

**Биохимия**

Уровень высшего образования

**Бакалавриат**

Направление подготовки

**06.03.01 Биология**

Профиль подготовки

**Биомедицина**

Квалификация (степень) выпускника

**Бакалавр**

Форма обучения

**Очно-заочная**

Нижегород  
2021

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

Дисциплина относится к базовой части Блока 1 ОПОП по направлению подготовки 06.03.01 «Биология», является обязательной для освоения студентами очно-заочной формы обучения на 3 году обучения в 5 семестре.

Изучение дисциплины базируется на знаниях, полученных студентами по дисциплинам «Общая химия», «Аналитическая химия», «Органическая химия», «Цитология». Для усвоения дисциплины студент должен владеть химической терминологией, законами и концепциями химии, современными представлениями о строении вещества, свойствах химических элементов и их соединений, должен уметь применять химические концепции и расчеты, иметь представление о химическом составе, строении и основах функционирования клетки.

Целями освоения курса «Биохимия» является знакомство студентов со строением, свойством и метаболизмом основных классов органических соединений, входящих в объекты живой природы, методами выделения соединений, их качественного и количественного определения.

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

Формируемые компетенции (код компетенции, уровень освоения)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), характеризующие этапы формирования компетенций
КОМПЕТЕНЦИЯ (ОПК-1) Демонстрирует базовые представления о разнообразии, особенностях строения, функционирования и эволюционного развития биологических систем разных уровней организации жизни:	
<b>ОПК-1-3</b> - способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности.  <i>Этап формирования компетенции – начальный.</i>	<b>Знать</b> строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. <b>Уметь</b> применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности для анализа экспериментальных данных и понимания современных теорий и гипотез в области биохимии. <b>Владеть</b> навыками качественного и количественного анализа основных типов биомолекул, навыками оперирования знаниями принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности при оппонировании.
<b>ОПК-1-4</b> - способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике.  <i>Этап формирования компетенции – начальный.</i>	<b>Знать</b> молекулярную основу генетики и селекции, иметь базовые представления о геномике и протеомике как отраслях биологической науки. <b>Уметь</b> характеризовать базовые отличия прокариот и эукариот на уровне генома, транскриптома, протеома. <b>Владеть</b> основами хроматографии и электрофореза как базовых биохимических методик геномики и протеомики

<p><b>ПК-2</b> - способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований.</p> <p><i>Этапы формирования компетенции – базовый.</i></p>	<p><b>Знать</b> основные правила составления научно-технических отчетов, типичные способы представления результатов биохимических исследований.</p> <p><b>Уметь</b> составить отчет о собственном биохимическом исследовании, включающий представление и анализ экспериментальных данных.</p> <p><b>Владеть</b> навыками составления отчетов об исследовании различных биохимических показателей, навыками изложения и критического анализа биохимической информации и различными формами представления экспериментальных данных.</p>
---	---

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

Объем дисциплины (модуля) составляет 7 зачетных единиц, всего 252 акад. часа, из которых 74 часа составляет контактная работа обучающегося с преподавателем (36 часов занятия лекционного типа, 36 часов занятия практического типа (семинары, лабораторные работы), 2 часа мероприятия промежуточной аттестации), 178 часов составляет самостоятельная работа обучающегося (включая 36 часов подготовки к экзамену).

#### Содержание дисциплины (модуля)

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины (модуля),  Форма промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)	Всего, часы	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), в том числе из них				Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Введение. Общая биохимическая характеристика живых организмов	2	4			4	25
2. Аминокислоты. Пептиды. Белки.	53	6	1	5	12	26
3. Нуклеиновые кислоты. Синтез белка и его регуляция	41	6	1	5	12	26
4. Углеводы	12	6		5	11	25
5. Липиды	12	4		5	9	25
6. Интеграция метаболизма, его регуляция при внутренних и внешних воздействиях	42	6	2	5	13	26
7. Биохимические взаимосвязи между организмами	42	4	2	5	11	27
В т.ч. текущий контроль	2					
<b>Форма промежуточной аттестации – ЭКЗАМЕН (36 часов)</b>						

### 4. Образовательные технологии

В соответствии с рабочей программой и тематическим планом изучение дисциплины проходит в виде аудиторной и самостоятельной работы студентов. Учебный процесс в

аудитории осуществляется в форме лекционных и практических занятий (семинары, лабораторные работы).

В учебном процессе используются следующие образовательные технологии:

1. *Традиционные образовательные технологии*: информационные лекции и тематические лабораторные работы; коллоквиумы с обучающей компонентой и оппонированием (студенты в роли оппонентов), фронтальные и индивидуальные опросы, на занятиях семинарского типа отрабатываются практические умения и базовые навыки работы с современным оборудованием, качественного и количественного биохимического анализа, составления отчетов, оппонирования.

2. *Технологии проблемного обучения*: лекции с проблемным изложением учебного материала, проблемные лекции с изложением дискуссионных тем, требующих различной интерпретации изучаемого материала.

3. *Информационно-коммуникационные образовательные технологии*: лекции-визуализации с презентацией изучаемого материала; регламентированная самостоятельная деятельность студентов – выполнение практических заданий на лабораторных работах.

Формой промежуточной аттестации студентов является экзамен.

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

Самостоятельная работа по освоению материала проводится к каждому практическому занятию с привлечением конспектов лекций, знаний, полученных на 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 2-7 включает подготовку к устным опросам, к контрольным работам, к коллоквиумам.

### **Вопросы для подготовки к контрольной работе “Аминокислоты”**

(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 “Нуклеотиды”**

(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”**

(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, фруктозо1,6дифосфат, 3-фосфоглицериновый альдегид (ФГА), дигидроксиацетонфосфат (ДГАФ)), N-ацетилмурамовая и N-ацетилнейраминовая кислоты, альдаровые, альдоновые, альдуоновые кислоты (на примере кислот - производных гексоз).
4. Стереои́зомерия 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”** (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 “Витамины”** (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 для подготовки к контрольной работе “Пути синтеза аминокислот. Небелковые аминокислоты”**

(к разделу 7 “Биохимические взаимосвязи между организмами”)

1. Формулы и биологические функции гомосерина, гомоцистеина, селеноцистеина, формилметионина, азетидин-2-карбоновой кислоты, 3,4-дигидроксифенилаланина, 5-гидрокситриптофана,  $\beta$ -цианоаланина,  $\delta$ -аминолевулиновой кислоты,  $\gamma$ -карбоксиглутаминовой кислоты, гидроксипролина.
2. Реакции синтеза небелковых аминокислот (перечисленных в п.1)
3. Схемы взаимопревращений аминокислот семейств:  $\alpha$ -кетоглutarовой, пировиноградной, 3-ФГК, ЦУК.
4. Главные реакции синтеза ароматических аминокислот (два этапа шикиматного пути).

5. Повторить: формулы, классификацию и свойства боковых радикалов всех белковых аминокислот, орнитина,  $\beta$ -аланина, оксипролина, цитруллина, а также основные пути синтеза аминокислот (прямое аминирование, амидирование, переаминирование).

### **Вопросы к устным опросам**

**К вопросу №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 вопросу №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.
4. Понятия: торсионные углы, домены, коэффициент асимметрии, денатурация, фолдинг.

**К вопросу №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 вопросу №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 вопросу №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 вопросу №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 вопросу №7 Обмен азота** (раздел 7 “Биохимические взаимосвязи между организмами”)

1. Биогеохимический цикл азота. Биохимия фиксации азота.
2. Нитрит- и нитратредуктазы, их строение и функционирование.
3. Функции свободных белковых и небелковых аминокислот в экологических взаимодействиях и внутри организма.

### **Вопросы для подготовки к коллоквиумам**

## **К коллоквиуму №1 Структура и классификация белков, ферменты (по разделу 2.**

Аминокислоты. Пептиды. Белки)

1. Белковые (протеиногенные) аминокислоты. Структура, 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. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназа.
8. Пути биосинтеза аминокислот. Дезаминирование аминокислот,
9. Конечные продукты азотного обмена, орнитинный цикл.
10. Ферменты: функции, структура, кинетика, классификация, ингибирование и активирование. Уметь анализировать влияние pH среды, температуры, активаторов и ингибиторов на активность слюнной амилазы. Множественные молекулярные формы ферментов.

## **К коллоквиуму № 2 Нуклеиновые кислоты и синтез белка (по разделу 3)**

1. Нуклеотиды, нуклеозиды. Роль свободных нуклеотидов.
2. Функции ДНК и РНК. Нуклеиновые кислоты как молекулярная основа генетики и селекции. Характеристика геномики и транскриптомики как отраслей биологической науки (предмет, методы, задачи).
3. Структура ДНК. Отличия в организации генома у про- и эукариот (знать, в частности, - о степени повторяемости последовательностей, о мобильных элементах генома, правила Чаргаффа и т.д.).
4. Виды РНК: различия и сходство строения и функций (с ДНК и между собой), особенности синтеза разных типов РНК. Структура рибосом про- и эукариот.
5. Репликация. Условия протекания. Фрагменты Оказаки. Теломеры. Особенности репликации у про- и эукариот.
6. Транскрипция. Структура оперона и протекание транскрипции у прокариот. Структура транскриптона и особенности транскрипции у эукариот. Вспомогательные белки (белковые факторы, другие). Процессинг. Базовые отличия транскриптомов прокариот и эукариот.
7. Трансляция. Условия протекания. Генетический код и его свойства. Стадия синтеза белка. Энергетические затраты. Фолдинг. Шапероны.
8. Протеомика как наука (предмет, методы, задачи).
9. 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.

## **К коллоквиуму № 3 Углеводы, энергетический обмен (по разделу 4)**

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.

#### **К коллоквиуму №4 Регуляция метаболизма (по разделу 6)**

1. Понятие, классификация и общая характеристика витаминов и витаминоподобных веществ (с примерами), значение в жизнедеятельности человека, животных, микроорганизмов, растений. Факторы, приводящие к гипо- и гипервитаминозам.
2. Инозит как витаминоподобное вещество. 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 сигнараспознающей частицы (SRP), роль РНКового компонента. Участие U-РНК в сплайсинге. Теломераза: функции, роль РНКового компонента.
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. Современные представления об этапах зарождения жизни. “РНК-мир”. Сравнение и анализ гипотез Опарина и Гилберта, аргументы “за” и “против”.
8. Строение рибосом. Рибосомальные РНК. Гипотезы о переходе от мира РНК к белковому синтезу. Базовые представления об эволюции рибосомы. Рибозимная и шаперонная активности рибосом. Триггер-фактор как молекула механизма фолдинга. Механизм “правильного” считывания рибосомой “двусмысленных” кодонов (инициирующих, терминирующих).
9. Фолдинг: понятие, стадии, основные события. Шапероны и фолдазы. Функции, классификация и “разделение обязанностей” шаперонов разных групп. Функционирование системы шаперона Hsp70.
10. Нарушения фолдинга. Амилоидозы. Прионы как болезнетворные агенты.
11. Посттрансляционная модификация белков (понятие, основные черты, примеры и назначение неслучайных модификаций).
12. Протеолиз. Роль в посттрансляционной модификации белков и в регуляции времени их существования. Роль лизосом и протеасом в протеолизе. Убиквитин и убиквитилирование.
13. Основные методы и стадии протеомного исследования. Базовые отличия протеомов прокариот и эукариот. Роль России в программе “Протеом человека”.

#### **К коллоквиуму №5 “Биохимические механизмы межорганизменных взаимосвязей” (по разделу 7)**

1. Цикл азота в биосфере, влияние различных факторов на его функционирование. Нитрогеназный комплекс: строение, функционирование и значение.
2. Пути образования нитратов и нитритов (реакции, краткая характеристика ферментов). Нитраты в пище человека (потенциальные источники, типы токсического воздействия на организм).
3. Функции химических веществ в межорганизменных взаимодействиях (с примерами). Базовая терминология биохимии межорганизменных взаимодействий.



4. Формулы, пути синтеза белковых и небелковых аминокислот. Функции свободных белковых и небелковых аминокислот внутри и вне организма.
5. Синтез аминокислот. Семейства аминокислот по общности происхождения. Синтез формилметионина, селеноцистеина, цианаланина, ГАМК. Повторить: 3 главных пути синтеза аминокислот, независимо от синтеза белка, до синтеза и после синтеза белка (с примерами).
6. Кворум-сенсинг: понятие, механизм и смысл существования кворум сенсинга в популяциях организмов. Кворум-сенсинг у грам-отрицательных бактерий (на примере *A. fischeri*. Знать схему регуляции lux-оперона и формулу ацилгомосеринлактона).
7. Кворум-сенсинг у грам-отрицательных бактерий (на примере *S. aureus*, знать схему регуляции QS, особенности строения и функционирования пептидов-автоиндукторов). Повторить: свойства пептидной связи, уметь соединять аминокислоты при написании пептида.
8. Межорганизменные взаимодействия. Схема трансдукции сигнала при передаче ольфакторного (феромонного) сигнала у млекопитающих. Отличия в данном процессе у насекомых.

### 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 работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные лабораторные работы к проверке не допускаются.

В рамках самостоятельной работы студентов запланирована подготовка к промежуточной аттестации. Список экзаменационных вопросов приведен в п.6.

### 6. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине

**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**

**ОПК-1-3** - способность применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности.

Общепрофессиональная компетенция выпускника образовательной программы уровня высшего образования (ВО) **бакалавриат** по направлению подготовки 06.03.01 «Биология».

Этап формирования компетенции: начальный.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>ЗНАТЬ:</b> строение и функции основных классов соединений живого	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок

организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов					и		
<b>УМЕТЬ:</b> применять знание принципов клеточной организации биологических объектов, биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности для анализа экспериментальных данных и понимания современных теорий и гипотез в области биохимии.	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи с отдельным и несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<b>ВЛАДЕТЬ:</b> навыками качественного и количественного анализа основных типов биомолекул, навыками оперирования знаниями принципов клеточной организации биологических объектов, биофизических и биохимических основ мембранных процессов и молекулярных механизмов жизнедеятельности при оппонировании.	Отсутствие владения материалом. Невозможность 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	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

**ОПК-1-4:** способность применять базовые представления об основных закономерностях и современных достижениях генетики и селекции, о геномике, протеомике.

Общепрофессиональная компетенция выпускника образовательной программы уровня высшего образования (ВО) **бакалавриат** по направлению подготовки 06.03.01 «Биология».

Этап формирования компетенции – начальный.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>ЗНАТЬ:</b> молекулярную основу генетики и селекции, иметь базовые представления о геномике и протеомике как отраслях биологической науки	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
<b>УМЕТЬ:</b> характеризовать базовые отличия прокариот и эукариот на уровне генома, транскриптома, протеома.	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	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 и 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> основами хроматографии и электрофореза как базовых биохимических методик геномики и протеомики	Отсутствие владения материалом. Невозможность 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.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
Шкала оценок по проценту правильно выполненных заданий	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

**ПК-2** - способность применять на практике приемы составления научно-технических отчетов, обзоров, аналитических карт и пояснительных записок, излагать и критически анализировать получаемую информацию и представлять результаты полевых и лабораторных биологических исследований.

Профессиональная компетенция выпускника образовательной программы уровня высшего образования (ВО) **бакалавриат** по направлению подготовки 06.03.01 «Биология».

Этапы формирования компетенции – базовый.

Индикаторы компетенции	Критерии оценивания						
	«плохо»	«неудовлетворительно»	«удовлетворительно»	«хорошо»	«очень хорошо»	«отлично»	«превосходно»
<b>ЗНАТЬ:</b> основные правила составления научно-технических отчетов, типичные способы представления результатов биохимических исследований	Отсутствие знаний материала	Наличие грубых ошибок в основном материале	Знание основного материала при наличии ошибок	Знание основного материала с заметными погрешностями	Знание основного материала с незначительными погрешностями	Знание основного материала без ошибок	Знание основного и дополнительного материала без ошибок
<b>УМЕТЬ:</b> составить отчет о собственном биохимическом исследовании, включающий представление и анализ экспериментальных данных.	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	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 и 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 составления отчетов об исследовании различных биохимических показателей, навыками изложения и критического анализа биохимической информации и различными формами представления экспериментальных данных.	Отсутствие владения материалом. Невозможность 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.	Продемонстрирован творческий подход к решению нестандартных задач
Шкала оценок по проценту отчетов, сданных вовремя и принятых при первом их предъявлении	0-20%	21-50%	51-70%	71-80%	81-90%	91-99%	100%

преподавателю (не требовавших исправлений и доработки) или правильно выполненных заданий							
--	--	--	--	--	--	--	--

## 6.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

### Шкала оценивания отчетов по лабораторным работам

Примечание: Отчеты за пропущенные и не отработанные студентом лабораторные работы к проверке не допускаются.

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 контрольных работ

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

### Шкала оценивания коллоквиумов

Критерий оценивания	0 баллов	6 баллов	7 баллов	8 баллов	9 баллов	10 баллов
Характеристика знаний и умений за коллоквиум	Не знает, не умеет. Не способен оппонировать.	Фрагментарные знания, умения, много грубых ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании.	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 пробелами, мало ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании. Эти пробелы и ошибки полностью устраняются после указания на них со стороны преподавателя или	Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, успешное, самостоятельное. Имеются небольшие пробелы в оппонировании. ИЛИ: Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, но с небольшими пробелами. Оппонирование успешное,	Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, успешное, самостоятельное как при ответе, так и при выполнении заданий, оппонировании.

				оппонента.	полное, самостоятельное.	
--	--	--	--	------------	-----------------------------	--

### Шкала оценивания устных ответов

Критерий оценивания	0 баллов	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 «Биохимия»

#### 1. Оценка текущей успеваемости студентов в 3 семестре

№ п/п	Оцениваемая позиция	Возможное количество баллов
1.	Контр/раб. «Аминокислоты»	<b>3 - 5</b>
2.	Коллоквиум «Строение и классификация белков, ферменты»	<b>6 - 10</b>
3.	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.	Контр/раб. «Моно- и дисахариды»	<b>3 - 5</b>
9.	Коллоквиум «Углеводы, энергетический обмен»	<b>6 - 10</b>
10.	Контр/раб. «Липиды»	<b>3 - 5</b>
11.	Контр/раб. «Витамины»	<b>3 - 5</b>
12.	Коллоквиум «Регуляция метаболизма»	<b>6 - 10</b>
13.	Контр/раб. «Пути синтеза аминокислот. Небелковые аминокислоты»	<b>3 - 5</b>
14.	Коллоквиум «Биохимические механизмы межорганизменных взаимосвязей»	<b>6 - 10</b>
15.	Сдача отчетов по практическим работам	<b>+ 5 - сдача отчетов в срок</b>
16.	Поощрительные баллы за текущие опросы	+1 балл за отличный, +0,7 балла за хороший, + 0,2 балла за удовлетворительный

		ответ
17.	Поощрительные баллы за успешно построенный* по собственным экспериментальным данным калибровочный график	+ 1 балл за каждую
18.	<b>ИТОГО за курс</b>	<b>минимум 60 основных балла максимум 90 основных баллов + до 18 поощрительных баллов</b>

\* - 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 ОУВР 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 60 баллов.

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

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

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

Итоговая оценка	Превосх 5,5	Отл 5	Очень хорошо 4,5	Хорошо 4	Удовл. 3	Неудовл. 2	Плохо 1
Итоговый рейтинг по дисциплине	144-150	131-143	123-130	101-122	90-100	80-89	79 и менее

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

Характеристика ответа	оценка	Баллы
Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение применить теоретические знания, свободное владение информацией источников основной литературы. Полно иллюстрирует ответ химическими формулами, схемами реакций и метаболических путей, приводит собственные примеры.	Превосходно "5,5"	58-60
Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. В целом полный ответ, демонстрирующий системные знания, с некоторыми неточностями, умение применить теоретические знания, владение	Отлично "5"	53-57

информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей.		
Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. В целом хороший ответ с одной грубой или 2-3 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя правильно и развернуто сформулировать ответ. Владение главной информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей с небольшими неточностями.	Очень хорошо "4,5"	45-52
Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей с неточностями и негрубыми ошибками.	Хорошо "4"	37-44
В основном знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и главные молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. 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"	30-36
Недостаточно знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и главные молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильного ответа даже при значительной помощи преподавателя.	Неудовлетворительно "2"	21-30
Не знает и не понимает строения и функций основных классов соединений живого организма, не знает базовых принципов и главных молекулярных механизмов в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов.	Плохо "1"	10-20
Ответ отсутствует	Неявка, не допущен	0

### 6.3 Критерии и процедуры оценивания результатов обучения по дисциплине, характеризующих этапы формирования компетенций

**ОПК-1-3 Знать** оценивается контрольными работами по разделам 2, 4, 5, 6, 7 и по ответу на экзамене.

**ОПК-1-3 Уметь** оценивается на всех коллоквиумах и на основе отчетов по лабораторным работам (по соответствию вывода работы экспериментальным данным, полученным студентом, а также по способности сопоставить собственные результаты с известными литературными данными).

Примеры вопросов на коллоквиумах:

- 1) Влияние pH среды, температуры, активаторов и ингибиторов на активность слюнной амилазы (графическое представление зависимости, причины такой зависимости).
- 2) РНК-интерференция, ее механизм. Зачем нужна РНК-интерференция живым организмам?
- 3) Рассчитайте энергетический выход (количество образовавшихся молекул АТФ) при  $\beta$ -окислении пальмитиновой кислоты.
- 4) "РНК-мир". Сравнение и анализ гипотез Опарина и Гилберта, аргументы "за" и "против".



Пример оценки на основе отчета: при исследовании влияния рН реакционной среды на активность слюнной амилазы студент получил максимальное расщепление крахмала ферментом (желтый цвет) при рН=7,8. Для того, чтобы отчет был принят преподавателем (зачтен), в выводе отчета должно быть указано значение рН-оптимума активности этого фермента 7,8, как соответствующее полученным результатам. Кроме того, студент должен указать в выводе, что этот рН-оптимум сдвинут в щелочную сторону по сравнению со значением, указанным в литературе.

**ОПК-1-3 Владеть** оценивается в процессе выполнения задач (практических заданий) на лабораторных работах и на основе отчетов (соответствию результата, полученного студентом, эталонному) и по успешности оппонирования на коллоквиумах.

Пример задачи (практического задания): установить концентрацию белка в растворе-“задаче” №2, применив метод Лоури. Пример оценки: раствор-“задача” №2 содержит 100 мкг/мл белка. Только правильно выполнив все стадии метода Лоури, в том числе – правильно пользуясь фотоэлектроколориметром и правильно используя калибровочную кривую (овладев методом), студент правильно определит, сколько белка содержалось в этой “задаче”. При количественном определении значение, указанное в отчете, не должно отличаться от эталонного больше, чем на 20%.

**ОПК-1-4 Знать** оценивается на основе контрольной работы “Нуклеотиды”, по результатам коллоквиума №2 “Нуклеиновые кислоты и синтез белка” и коллоквиума №4 “Регуляция метаболизма”.

**ОПК-1-4 Уметь** оценивается на коллоквиумах №2 и №4.

**ОПК-1-4 Владеть** оценивается в процессе выполнения задач (практических заданий) и на основе отчетов по лабораторным работам “Распределительная хроматография аминокислот”, “Гельфильтрация белков на сефадексах (гельхроматография)”, “Электрофорез белков в полиакриламидном геле”.

**ПК-2 Знать** оценивается на основе отчетов по лабораторным работам – по их соответствию требованиям, приведенным в п. 5.

**ПК-2 Уметь** оценивается на основе отчета по лабораторной работе “Определение содержания нитратов в растениях” – по точности отражения полученных результатов в указанной форме, наличии необходимого иллюстративного материала, правильности расчетов, правильности и полноте письменных ответов на вопросы по работе.

**ПК-2 Владеть** оценивается по доле отчетов студента, сданных вовремя и принятых при первом их предъявлении преподавателю (не требовавших исправлений и доработки).

Начальный этап формирования компетенции ПК-2 осуществляется в процессе оформления отчетов по лабораторным работам разделов 2-4; базовый этап формирования компетенции ПК-2 осуществляется в процессе оформления отчетов по лабораторным работам разделов 5-7.

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

ПРИМЕРЫ ТИПОВЫХ ЗАДАНИЙ  
К контрольной работе “Аминокислоты”  
(по разделу 2 “Аминокислоты. Пептиды. Белки”).  
ВАРИАНТ 1

Часть I. Укажите букву, соответствующую правильному ответу. В ответе на вопрос, отмеченный звездочкой (\*) напишите формулу правильной аминокислоты.

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.

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

**ВАРИАНТ 1**

1. Написать формулы АТФ, дТЗ’МФ, УДФ, фГ
2. Написать спаривание Г и Ц.
3. Написать структурную формулу олигонуклеотида фАфЦфУфф

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

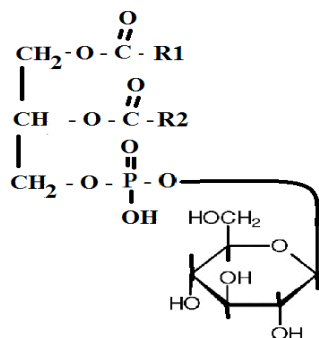
**Вариант 3**

1. Напишите структурные формулы β-D-глюкозо-6-фосфата в пиранозной форме, β-D-рибофуранозы, L-маннозы, фосфоенолпирувата, D-ксилозы.
2. В чем состоит и с чем связано явление мутаротации? Поясните примером.
3. Структурная формула и систематическое название мальтозы. К какому виду дисахаридов (редуцирующим или нередуцирующим) она относится?
4. Химическая структура крахмала.

**К контрольной работе “Липиды”**  
(по разделу 5 “Липиды”)

**ВАРИАНТ 2**

1. Напишите формулу ДАГ, жирные кислоты в котором представлены пальмитиновой кислотой.
2. Напишите 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) Дайте определение витаминов. Почему незаменимые аминокислоты не относят к витаминам?

- 2) Перечислите 3 жирорастворимых витамина, охарактеризуйте структурные особенности каждого из названных вами витаминов.
- 3) Назовите витамин, который входит в состав кофермента ацетилирования.

**К контрольной работе “Пути синтеза аминокислот.  
Небелковые аминокислоты”**  
(к разделу 7 “Биохимические взаимосвязи между организмами”)  
ВАРИАНТ 1.

- 1) Напишите формулы: изолейцина, цианаланина, гомосерина, пролина, орнитина, азетидин-2-карбоновой кислоты. Выберите из перечисленных аминокислот небелковые, назовите их роль в биохимических взаимосвязях между организмами.
- 2) Главные ступени синтеза аминокислот по шикиматному пути: напишите реакции.
- ПРИМЕРЫ ВОПРОСОВ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К ЭКЗАМЕНУ:**

1. Аэробное дыхание. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса), его роль в дыхательном обмене. ЦТК как “перекресток метаболизма”.
2. РНК-интерференция, ее механизм. Значение РНК-интерференции для живых организмов.
3. Углеводы. Строение, роль в живой природе. Классификация и номенклатура. Дисахариды. Два типа строения, свойства. Формулы и характеристика отдельных представителей.
4. Биосинтез ДНК (репликация). Репликация у прокариот. Условия протекания. Ферменты, субстраты, ход процесса. Фрагменты Оказаки. Особенности репликации у эукариот. Теломеры. Теломераза: функции, роль РНКового компонента.
5. Моносахариды: классификация и изомерия. Производные моносахаридов (амины, фосфаты, гликозиды). Сахарные кислоты.
6. Фолдинг белков. Шапероны и фолдазы. Функции, классификация и “разделение обязанностей” шаперонов разных групп. Примеры шаперонов. Прионы как болезнетворные агенты.
7. Липиды: общая характеристика, функции, классификация, строение липидов различных групп.
8. ДНК: первичная, вторичная и третичная структура. Структурные отличия ДНК от РНК. Отличия в строении ДНК у про- и эукариот (повторяющиеся последовательности, мобильные элементы генома, организация хроматина в эукариотических клетках, др.).
9. Источники энергии для живых организмов. Макроэргические связи и соединения. Примеры участия макроэргических соединений в метаболизме.
10. Ферменты. Признаки сходства и различия с небиологическими катализаторами. Общие принципы строения, номенклатура и классификация ферментов, представители.

#### **6.5. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания**

Положение «О проведении текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации обучающихся в ННГУ», утверждённое приказом ректора ННГУ от 13.02.2014 г. № 55-ОД.

Положение о фонде оценочных средств, утверждённое приказом ректора ННГУ от 10.06.2015 г. № 247-ОД.

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

##### **а) основная литература:**

- 1) Основы биохимии: [учеб. для ун-тов по специальности "Биология"]./Анисимов А. А., Леонтьева А. Н., Александрова И. Ф., [и др. - М.: Высшая школа, 1986. - 550 с. (173 экз. в библиотеке ННГУ)
- 2) Стручкова И.В., Брилкина А.А. Аминокислоты. Учебно-методическое пособие. Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. 32 с. - Фонд электронных изданий ННГУ. Рег. № 1323.16.01 Дата издания (по журналу) 21.12.2016.  
[http://www.unn.ru/books/met\\_files/aminokisloty.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/aminokisloty.pdf).

- 3) Стручкова И.В., Брилкина А.А., Веселов А.П. Регуляция биосинтеза белка. Учебно-методическое пособие. Н.Новгород. Изд-во ННГУ, 2011. 101 с. Зарегистрировано в ФЭОР ННГУ 12.01.11. Режим доступа: [http://www.unn.ru/books/met\\_files/reg\\_bios\\_belka.pdf](http://www.unn.ru/books/met_files/reg_bios_belka.pdf).
- 4) Ленинджер А. Л. - Основы биохимии: в 3 т. [Т.] 1. - М.: Мир, 1985. - 365 с. (56 экз. в библиотеке ННГУ)
- 5) Ленинджер А. Л. - Основы биохимии: в 3 т. : пер. с англ. [Т.] 2. - М.: Мир, 1985. - [7], 355 с. (56 экз. в библиотеке ННГУ)
- 6) Ленинджер А. Л. - Основы биохимии: в 3 т. : пер. с англ. [Т.] 3. - М.: Мир, 1985. - [6], 313 с. (56 экз. в библиотеке ННГУ)

**б) дополнительная литература:**

- 1) Комов, В. П. Биохимия: учебник для академического бакалавриата / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общ.ред. В. П. Комова. — 4-е изд., испр. и доп. — М.: Издательство Юрайт, 2016. — 640 с. Доступно на ЭБС Юрайт. Режим доступа: [https://biblio-online.ru/viewer/6E166185-780B-4FC2-9038-CFC84B38D9FB#](https://biblio-online.ru/viewer/6E166185-780B-4FC2-9038-CFC84B38D9FB#/)/.

**в) электронные издания и Интернет-ресурсы:**

ЭБС «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>,

ЭБС «ZNANIUM.COM» <http://znanium.com/>,

ЭБС «Юрайт» <https://www.biblio-online.ru/>,

Студенческая электронная библиотека «StudentLibrary» <http://www.studentlibrary.ru/>,

Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.

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

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного, семинарского и лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, индивидуальных и групповых консультаций укомплектованные учебной мебелью, а также помещения для хранения и профилактического обслуживания учебного оборудования.. Для проведения занятий лекционного типа имеются демонстрационное оборудование (доска, переносное мультимедийное оборудование (проектор, ноутбук, экран)), демонстрационные таблицы, обеспечивающие тематические иллюстрации. Биохимическая лаборатория оснащена вытяжным шкафом, водяной баней, техническими и электрическими весами, фотоэлектроколориметром, иономером (в том числе - с нитратным ионселективным электродом, комплексом оборудования для проведения электрофореза, хроматографической камерой, холодильником, центрифугой, необходимым комплектом химической посуды, автоматических дозаторов, реактивов). Помещения для самостоятельной работы обучающихся оснащены компьютерной техникой с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду организации.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ВО ННГУ с учетом рекомендаций ОПОП ВО по направлению подготовки 06.03.01 «Биология», профиль «Биомедицина».

Авторы \_\_\_\_\_ к.б.н., доц. кафедры биохимии и физиологии Стручкова И.В.,

\_\_\_\_\_ д.б.н, проф. кафедры биохимии и физиологии Веселов А.П

Рецензент: \_\_\_\_\_ к.б.н., доц. каф. биофизики Балалаева И.В.

Заведующий кафедрой биохимии и физиологии \_\_\_\_\_ д.б.н, проф. Веселов А.П.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины.