

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

---

УТВЕРЖДЕНО  
решением ученого совета ННГУ  
протокол от  
«16» июня 2021 г. № 8

## **Рабочая программа дисциплины**

### **Биохимия**

Уровень высшего образования  
**Бакалавриат**

Направление подготовки  
**06.03.01 Биология**

Профиль подготовки  
**Биология (общий профиль)**

Квалификация (степень) выпускника  
**Бакалавр**

Форма обучения  
**Очная**

Нижегород

2022 год

## 1. Место дисциплины в структуре ООП

Дисциплина Биохимия относится к обязательной части ООП направления подготовки 06.03.01 Биология.

## 2. Планируемые результаты обучения по дисциплине, соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями и индикаторами достижения компетенций)

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	
ОПК-2  Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания	ОПК-2.1 Знает: основные системы жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции жизненных функций у живых объектов, способы восприятия, хранения и передачи информации, ориентируется в современных методических подходах, концепциях и проблемах физиологии, цитологии, биохимии, биофизики;	Знает биохимические основы функционирования живых систем, механизмов жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции, строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов	Вопросы к экзамену  Контрольные работы
	ОПК-2.2 Умеет: - осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи; - выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды.	Умеет выбирать методы, адекватные для решения биохимической исследовательской задачи; выявлять связи биохимических процессов живого объекта с факторами окружающей среды	Коллоквиумы  Отчеты по лабораторным работам
	ОПК-2.3 Владеет: навыками применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов.	Владеет навыками применения экспериментальных методов биохимии для оценки состояния живых объектов.	Задачи (практические задания)  Отчеты по лабораторным работам

<p>ПК-2</p> <p>Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ</p>	<p>ПК-2.1. Знает: стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике;</p>	<p>Знает стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении лабораторных работ в области биохимии;</p>	<p>Отчеты по лабораторным работам</p>
	<p>ПК-2.2. Умеет: подбирать методики, эксплуатировать современное оборудование при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике;</p>	<p>Умеет использовать базовые биохимические методики, эксплуатировать современное оборудование при выполнении лабораторных работ в области биохимии</p>	<p>Отчеты по лабораторным работам</p>
	<p>ПК-2.3. Владеет: методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике.</p>	<p>Владеет методиками обработки экспериментальных данных, навыками составления отчетов об исследовании различных биохимических показателей, навыками изложения и различными формами представления экспериментальных данных.</p>	<p>Отчеты по лабораторным работам</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная форма обучения</b>
<b>Общая трудоемкость</b>	<b>7 ЗЕТ</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>252</b>
<b>в том числе</b>	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>54</b>
- занятия семинарского типа	<b>-</b>
- занятия лабораторного типа	<b>76</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>83</b>
<b>КСР</b>	<b>3</b>
<b>Промежуточная аттестация:</b>	
<b>зачет – 3 семестр</b>	

экзамен – 4 семестр	36
---------------------	----

### 3.2. Содержание дисциплины

Наименование и краткое содержание разделов и тем дисциплины	Всего, часы	Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы, из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия лабораторного типа	Всего	
1. Введение. Общая биохимическая характеристика живых организмов	2	2		2	
2. Аминокислоты. Пептиды. Белки.	45	12	16	28	17
3. Нуклеиновые кислоты. Синтез белка и его регуляция	44	10	12	22	22
4. Углеводы	32	6	12	18	14
5. Липиды	18	4	4	8	10
6. Интеграция метаболизма, его регуляция при внутренних и внешних воздействиях	36	10	16	26	10
7. Биохимические взаимосвязи между организмами	36	10	16	26	10
Итого	213	54	76	130	83

Практические занятия (семинарские занятия /лабораторные работы) организуются, в том числе в форме практической подготовки, которая предусматривает участие обучающихся в выполнении отдельных элементов работ, связанных с будущей профессиональной деятельностью.

Практическая подготовка предусматривает выполнение лабораторных работ, написание отчетов по лабораторным работам, написание контрольных, участие в научных дискуссиях в рамках устных опросов и коллоквиумов..

На проведение практических занятий (семинарских занятий /лабораторных работ) в форме практической подготовки отводится 76 часов.

Практическая подготовка направлена на формирование и развитие:

- практических навыков в соответствии с перечнем задач профессиональной деятельности ООП:

- Участие в планировании, проведении и представлении результатов фундаментальных и практических научных исследований по актуальным проблемам в соответствующей области знания.
- Участие в разработке и контроле эффективности и биобезопасности биологически активных веществ, лекарственных средств, а также биомедицинских изделий и здоровьесберегающих технологий

- Участие в организации и проведении контроля биологической и экологической безопасности продуктов сельскохозяйственного производства, участие в исследованиях по созданию новых сортов в растениеводстве.
- Участие в планировании и проведении мониторинга окружающей среды с использованием биотехнологических методов

- компетенций:

ОПК-2: Способен применять принципы структурно-функциональной организации, использовать физиологические, цитологические, биохимические, биофизические методы анализа для оценки и коррекции состояния живых объектов и мониторинга среды их обитания

ПК-2: Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ.

Текущий контроль успеваемости реализуется в рамках занятий лабораторного типа, индивидуальных консультаций.

#### **4. 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.

Методическое обеспечение при подготовке к лабораторным занятиям:

1. Малый практикум по биохимии. Часть I. Авторы: Стручкова И.В., Брилкина А.А., Березина Е.В., Веселов А.П. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2014. – 63с.
2. Малый практикум по биохимии. Часть II. Авторы: Березина Е.В., Брилкина А.А., Стручкова И.В., Веселов А.П. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2016. – 50с.
3. Веселов А.П., Стручкова И.В., Брилкина А.А. Нуклеиновые кислоты. Методические указания. – Нижний Новгород: Издательство Нижегородского университета, 2006. – 63с.

**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-ацетилмуравовая и N-ацетилнейраминовая кислоты, альдаровые, альдоновые, альдурановые кислоты (на примере кислот - производных гексоз).
4. Стереοизомерия сахаров (анамеры, эпимеры, энантиοмеры, диастереοмеры), 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-дигидроксибензилаланина, 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:  $\alpha$ -кетоглутаровой, 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 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.
4. 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. 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 Строение и классификация белков, ферменты** (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. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназа.
8. Пути биосинтеза аминокислот. Дезаминирование аминокислот,
9. Конечные продукты азотного обмена, орнитиновый цикл.
10. Ферменты: функции, строение, 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. Строение 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. Строение рибосом про- и эукариот.
5. Репликация. Условия протекания. Фрагменты Оказаки. Теломеры. Особенности репликации у про- и эукариот.
6. Транскрипция. Строение оперона и протекание транскрипции у прокариот. Строение 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 гипervитаминозам.
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 сигналраспознающей частицы (SRP), роль РНКового компонента. Участие U-РНК в сплайсинге. Теломеразы: функции, роль РНКового компонента.

6. Малые РНК (siRNA, miRNA). РНК-интерференция, ее механизм. Способы противодействия механизму РНК-интерференции (на примере вирусов и фитопатогенных грибов).
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 убиквитилование.
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.

#### **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.

Контрольные вопросы и задания для проведения текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведены в п. 5.2.

## 5. Фонд оценочных средств для промежуточной аттестации по дисциплине (модулю), включающий:

### 5.1. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	Шкала оценивания сформированности компетенций						
	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено		зачтено				
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала.  Невозможность 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.
<u>Умения</u>	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 отдельными несущественным недочетами, выполнены все задания в полном объеме.	Продemonстрированы все основные умения, решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие владения материалом.	При решении стандартных задач не	Имеется минимальны	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы базовые	Продemonстрированы	Продemonстрирован творческий

	Невозможность оценить наличие навыков вследствие отказа обучающегося от ответа	продемонстрированы базовые навыки.  Имели место грубые ошибки.	набор навыков для решения стандартных задач с некоторыми недочетами	навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов.	навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов.	подход к решению нестандартных задач
--	--	--	---	--	--	--	--------------------------------------

### Шкала оценки при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
	<b>превосходно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «превосходно», продемонстрированы знания, умения, владения по соответствующим компетенциям на уровне, выше предусмотренного программой
<b>зачтено</b>	<b>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «отлично»
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «хорошо»
	<b>удовлетворительно</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «удовлетворительно», при этом хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «удовлетворительно»
<b>не зачтено</b>	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно», ни одна из компетенций не сформирована на уровне «плохо»
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 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 оппонента.	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, полное, самостоятельное.	Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, успешное, самостоятельное как при ответе, так и при выполнении заданий, оппонировании.

#### 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	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.

		преподавателя.		
--	--	----------------	--	--

### 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.	ИТОГО за семестр	<b>минимум 25 основных балла максимум 35 основных балла + до 9 поощрительных баллов</b>

#### 2. Оценка текущей успеваемости студентов в 4 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 + до 9 поощрительных баллов</b>
12.	ИТОГО за курс	<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 в первом семестре – 25 баллов, во втором семестре – 35 баллов, итоговый – 60 баллов.**

5. Минимальный рекомендуемый рейтинг текущей успеваемости в первом семестре является необходимым и достаточным для получения зачета.

**Балльная шкала для получения зачета**

<b>Рейтинг по итогам первого семестра</b>	<b>Оценка на зачете</b>
Пропущено и не отработано 3 и более занятий	Не зачтено
В течение семестра набрано менее 25 баллов	Не зачтено
В течение семестра набрано 25 баллов и более	Зачтено

**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, выставяемую в экзаменационную ведомость:

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)**

<b>Характеристика ответа</b>	<b>оценка</b>	<b>Баллы</b>
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	Отлично "5"	53-57

молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. В целом полный ответ, демонстрирующий системные знания, с некоторыми неточностями, умение применить теоретические знания, владение 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
Студент на экзамене отсутствует	Неявка	0

## 5.2. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения.

### 5.2.1 Контрольные вопросы

Вопросы	Код формируемой компетенции
---------	-----------------------------



1. Аэробное дыхание. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса), его роль в дыхательном обмене. ЦТК как “перекресток метаболизма”.	ОПК-2
2. РНК-интерференция, ее механизм. Значение РНК-интерференции для живых организмов.	ОПК-2
3. Углеводы. Строение, роль в живой природе. Классификация и номенклатура. Дисахариды. Два типа строения, свойства. Формулы и характеристика отдельных представителей.	ОПК-2
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.	ОПК-2
5. Моносахариды: классификация и изомерия. Производные моносахаридов (амины, фосфаты, гликозиды). Сахарные кислоты.	ОПК-2
6. Фолдинг белков. Шапероны и фолдазы. Функции, классификация и “разделение обязанностей” шаперонов разных групп. Примеры шаперонов. Прионы как болезнетворные агенты.	ОПК-2
7. Липиды: общая характеристика, функции, классификация, строение липидов различных групп.	ОПК-2
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.).	ОПК-2
9. Источники энергии для живых организмов. Макроэргические связи и соединения. Примеры участия макроэргических соединений в метаболизме.	ОПК-2
10. Ферменты. Признаки сходства и различия с небиологическими катализаторами. Общие принципы строения, номенклатура и классификация ферментов, представители.	ОПК-2
11. Свободные нуклеотиды, их строение и биологическая роль. Строение и функционирование НАД <sup>+</sup> , ФМН, ФАД. Циклические нуклеотиды, примеры участия в регуляции метаболизма (катаболическая репрессия, адреналиновый каскад).	ОПК-2
12. Понятие шаперонов. Классификация шаперонов. Функционирование (на выбор) системы шаперона Hsp70 или GroEL (работа по цис- и транс-механизму).	ОПК-2
13. Витамины: понятие, классификация, биологическая роль и биохимические механизмы действия (с примерами). Причины и последствия недостаточности витаминов.	ОПК-2
14. Трансляция. Активация аминокислот и инициация трансляции. АРСазы. Энергетические затраты при активации аминокислот и инициации трансляции. Роль белковых факторов.	ОПК-2
15. Анаэробное дыхание. Гликолиз: ферменты, энергетика процесса. Реакции субстратного фосфорилирования. Гликогенолиз.	ОПК-2
16. Функции химических веществ в экологических взаимодействиях. Примеры. Алломоны, кайромоны, синомоны, аттрактанты, феромоны, аллелопатические соединения.	ОПК-2
17. Аминокислоты. Строение. Белковые и небелковые аминокислоты. Функции аминокислот в организме и в межорганизменных взаимодействиях. Примеры.	ОПК-2
18. Понятие и классификация неcodирующих РНК. Функционирование сигнараспознающей частицы (SRP), роль РНКового компонента.	ОПК-2
19. Основные пути взаимопревращений углеводов. НДФС, синтез, роль в обмене углеводов. Биосинтез ди- и полисахаридов. Взаимопревращение	ОПК-2

гексоз. Синтез пентоз.	
20. Регуляция биосинтеза белка на уровне транскрипции (индуцибельные и репрессируемые ферменты, катаболическая репрессия и др.)	ОПК-2
21. Активность ферментов и ее связь со скоростью ферментативной реакции. Единицы ферментативной активности. Кинетика ферментативных реакций (зависимость скорости ферментативной реакции от времени, концентрации субстрата и фермента, температуры и pH. Константа Михаэлиса, методы ее определения).	ОПК-2
22. Расщепление углеводов в процессе пищеварения. Углеводный гомеостаз и механизмы его регуляции (регуляция постоянства содержания глюкозы в крови). Роль печени.	ОПК-2
23. Расщепление жиров при пищеварении, роль ферментов и неферментативного компонента. Расщепление триацилглицеринов, пути метаболизации глицерина и жирных кислот. Энергетический выход $\beta$ -окисления жирных кислот на примере пальмитиновой кислоты.	ОПК-2
24. Цикл азота в биосфере. Нитрогеназный комплекс: строение, функционирование и значение. Пути образования нитратов и нитритов. Нитраты в пище человека (потенциальные источники, типы токсического воздействия на организм, причина токсичности).	ОПК-2
25. Конечные продукты азотного обмена у организмов разного систематического положения. Черты приспособленности к среде обитания. Орнитиновый цикл.	ОПК-2
26. Отличия РНК от ДНК. Аргументы в пользу более раннего возникновения РНК по сравнению с ДНК. Строение и функции тРНК. Схема “рибозимного” происхождения тРНК в эволюции.	ОПК-2
27. Особенности синтеза и биологическая роль формилметионина, селеноцистеина, цианаланина.	ОПК-2
28. Транскрипция. Строение оперона и протекание транскрипции у прокариот. Строение транскриптона и особенности транскрипции у эукариот. Модель Чамберлена. Вспомогательные белки. Понятие процессинга.	ОПК-2
29. Цикл Кальвина (темновая фаза фотосинтеза). Внутриклеточная локализация, значение, реакции.	ОПК-2
30. Трансляция и ее основные этапы. Элонгация и терминация в биосинтезе белка. Белковые факторы. Энергетические затраты.	ОПК-2
31. Три главных пути синтеза аминокислот. Семейства аминокислот по общности происхождения. Основные этапы шикиматного пути.	ОПК-2
32. Окислительное фосфорилирование. Состав и работа ЦПЭ митохондрий. Хемосмотическая теория сопряжения.	ОПК-2
33. Фосфолипиды. Классификация, представители. Роль фосфатидилинозитов в системах трансдукции сигнала. Воздействие на фосфолипиды фосфолипаз A1, A2, C, D.	ОПК-2
34. Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Представители различных групп. Гемоглобин: его строение, функционирование. Гетерогенность гемоглобинов. Аномальные гемоглобины.	ОПК-2
35. Биосинтез жирных кислот и триацилглицеринов. Роль АПБ (ацилпереносящего белка).	ОПК-2
36. Строение рибосом про- и эукариот. Рибосомальные РНК. Базовые представления об эволюции рибосомы. Рибозимная и шаперонная активности рибосом. Триггер-фактор как молекула механизма фолдинга.	ОПК-2
37. Возможные пути превращений пировиноградной кислоты (ПВК) и их	ОПК-2

значение для организмов. Брожение.	
38. Кворум сенсинг: понятие, механизм и смысл существования кворум сенсинга в популяциях организмов. Кворум-сенсинг у грам-отрицательных бактерий на примере <i>Vibrio fischeri</i> . Регуляция lux-оперона и формула ацилгомосеринлактона.	ОПК-2
39. Липиды. Строение, биологическая роль. Классификация.	ОПК-2
40. 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.	ОПК-2
41. Пентозофосфатный путь, значение в обмене веществ.	ОПК-2
42. Свободные пептиды. Их функции, строение, представители, биологическая роль.	ОПК-2
43. Инозит как витаминоподобное вещество. Инозитолсодержащие фосфолипиды и схема инозитолфосфатного пути регуляции метаболизма.	ОПК-2
44. Ферменты, их строение. Функции белковой и небелковой частей ферментативной молекулы. Активный центр ферментов. Примеры коферментов. Причины высокой каталитической способности ферментов.	ОПК-2
45. Сходство и различие в строении и функциях ДНК и РНК. Аргументы в пользу того, что РНК эволюционно древнее, чем ДНК.	ОПК-2
46. Ферменты. Активаторы и ингибиторы ферментов, типы обратимого ингибирования; активаторы и ингибиторы слюнной амилазы.	ОПК-2
47. Посттрансляционная модификация белков (понятие, основные черты, назначение неслучайных модификаций). Модификация тиреоглобулина.	ОПК-2
48. Генетический код и его свойства. Механизм “правильного” считывания рибосомой “двусмысленных” кодонов (инициирующих, терминирующих).	ОПК-2
49. Дезаминирование аминокислот. Расщепление белков в процессе пищеварения.	ОПК-2
50. Общая схема трансдукции сигнала. Водорастворимые вещества как первичные мессенджеры. Пример регуляции с участием водорастворимых первичных мессенджеров.	ОПК-2
51. Витамины: понятие, классификация, биологическая роль и биохимические механизмы действия (с примерами). Причины и последствия недостаточности витаминов.	ОПК-2
52. Уровни структурной организации белковой молекулы. Первичная структура белков. Характеристики пептидной связи. Торсионные углы. Вторичная и сверхвторичная структура белков. Домены.	ОПК-2
53. Аллостерические ферменты, их роль в регуляции метаболизма (на примере фосфофруктокиназы, пируваткиназы или других ферментов, с указанием реакций, ими катализируемых). Множественные молекулярные формы ферментов, изоферменты: понятие, роль в метаболизме.	ОПК-2
54. Третичная и четвертичная структуры белков. Фибриллярные и глобулярные белки. Роль четвертичной структуры в регуляции биологической активности белков.	ОПК-2
55. Глюконеогенез. Реакции, ферменты, энергетические затраты.	ОПК-2
56. Протеолиз. Роль в посттрансляционной модификации белков и в регуляции времени их существования. Роль лизосом и протеасом в протеолизе. Внутриклеточное расщепление белков. Убиквитилирование и протеасомная система.	ОПК-2
57. Синтез ди- и полисахаридов. Роль НДФС, ферменты синтеза сахарозы и крахмала.	ОПК-2
58. Процессинг РНК как этап транскрипции. Аутосплайсинг. Сплайсосома.	ОПК-2

Участие U-РНК в сплайсинге.	
59. Аминокислоты. Строение, изомерия, диссоциация. Физические и химические свойства. Принципы классификации. Примеры.	ОПК-2
60. Интеграция метаболизма. Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот (примеры).	ОПК-2
61. Качественные реакции на аминокислоты и белки. Количественное определение белка по методу Лоури	ПК-2
62. Распределительная хроматография аминокислот на бумаге и силуфоле	ПК-2
63. Определение изоэлектрической точки белка	ПК-2
64. Выделение простых белков из семян злаковых и бобовых.	ПК-2
65. Гельфильтрация белков на сефадексах (гельхроматография)	ПК-2
66. Активность слюнной амилазы и влияние на нее внешних факторов	ПК-2
67. Качественные реакции на нуклеиновые кислоты и их компоненты	ПК-2
68. Количественное определение ДНК методом Дише и количественное определение РНК по Мейбаум в одной пробе	ПК-2
69. Качественные реакции на нуклеиновые кислоты и их компоненты	ПК-2
70. Реакции обнаружения углеводов в растворе.	ПК-2
71. Количественное определение глюкозы глюкозооксидазным методом.	ПК-2
72. Определение химических констант пищевых жиров	ПК-2
73. Качественные реакции на витамины	ПК-2

### 5.2.2. Типовые тестовые задания для оценки сформированности компетенции ОПК-2

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

1. \*К аминокислотам, у которых боковой радикал диссоциирует по щелочному типу не относится:

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

2. Наибольшее число атомов азота имеет аминокислота:

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

3. Незаменимой аминокислотой является:

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

### 5.2.3. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ПК-2:

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”.

### 5.2.4. Типовые задания/задачи для оценки сформированности компетенции ОПК-2:

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.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

- 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) 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/>,  
<http://e.lanbook.com/> - Электронная библиотека «Лань»  
 Научная электронная библиотека «E-library.ru» <https://elibrary.ru/defaultx.asp>.  
 Сайт издательства «Springer» (<http://www.springer.com>).  
 Сайт издательства «Elsevier» (<http://www.sciencedirect.com>).  
 База данных «Scopus» (<http://www.scopus.com>).  
 База данных «Web of Science» (<http://webofknowledge.com/>)

### **7. Материально-техническое обеспечение дисциплины**

Учебные аудитории для проведения занятий лекционного и лабораторного типа, текущего контроля и промежуточной аттестации, индивидуальных и групповых консультаций, укомплектованные учебной мебелью. 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 обеспечены доступом в электронную информационно-образовательную среду.

Программа составлена в соответствии с требованиями ОС ННГУ

Автор \_\_\_\_\_ к.б.н., доц. кафедры биохимии и биотехнологии Стручкова И.В.,

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

Заведующий кафедрой \_\_\_\_\_ к.б.н., доц. Брилкина А.А.

**Программа одобрена** на заседании Методической комиссии Института биологии и биомедицины от 24.02.2021 года, протокол № 4.