

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 № 6 от 31.05.2023 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Общая биохимия

---

Уровень высшего образования

Специалитет

---

Направление подготовки / специальность

30.05.01 - Медицинская биохимия

---

Направленность образовательной программы

Медицинская биохимия

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.32 Общая биохимия относится к обязательной части образовательной программы.

## 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	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-1: Способен использовать и применять фундаментальные и прикладные медицинские, естественнонаучные знания для постановки и решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности	ОПК-1.1: ОПК-1.1. Обладает фундаментальными и прикладными знаниями в области медицинских и естественнонаучных дисциплин. ОПК-1.2: ОПК-1.2. Критически рассматривает возможные варианты решения задач профессиональной деятельности. ОПК-1.3: ОПК-1.3. Умеет грамотно применять знаниями в области медицинских и естественнонаучных дисциплин для решения стандартных и инновационных задач профессиональной деятельности.	ОПК-1.1: Знать фундаментальные и прикладные аспекты строения и функционирования биомолекул в организме человека  ОПК-1.2: Уметь использовать знания в области общей биохимии в решении вопросов диагностики заболеваний  ОПК-1.3: Владеть основными биохимическими методами решения и анализа профессиональных задач.	Коллоквиум Контрольная работа Опрос	Зачёт: Отчет по лабораторным работам  Экзамен: Контрольные вопросы
ОПК-2: Способен выявлять и оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека, моделировать патологические состояния in vivo и in vitro при проведении биомедицинских исследований	ОПК-2.1: ОПК-2.1. Обладает знаниями в области морфофункционального, физиологического состояния и патологических процессов в организме человека. ОПК-2.2: ОПК-2.2. Анализирует морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека при проведении биомедицинских исследований.	ОПК-2.1: Знать: знать и понимать взаимосвязи морфологии и функций органов и систем.  ОПК-2.2: Уметь анализировать биохимическую основу физиологических состояний и их нарушений в организме человека на основе биомедицинских исследований.  ОПК-2.3:	Контрольная работа Коллоквиум Опрос	Зачёт: Отчет по лабораторным работам  Экзамен: Контрольные вопросы

	<p>ОПК-2.3: ОПК-2.3. Владеет методами моделирования патологических состояний <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i>.</p> <p>ОПК-2.4: ОПК-2.4. Умеет аргументировать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека и выбор модели патологических состояний <i>in vivo</i> и <i>in vitro</i> при проведении биомедицинских исследований</p>	<p>Владеть: навыками проведения качественного и количественного биохимического анализа для оценки физиологических состояний и патологических процессов в организме человека при решении профессиональных задач.</p> <p>ОПК-2.4: Уметь: проводить качественный и количественный биохимический анализ по инструкции.</p>		
<p>ПК-13: Способность анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований, научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок</p>	<p>ПК-13.1: ПК-13.1. Владеет знаниями в области современных технологий и правил оформления отчетных материалов</p> <p>ПК-13.2: ПК-13.2. Умеет анализировать, оценивать, подбирать оптимальные технологии и оформлять отчетные материалы по результатам исследований.</p> <p>ПК-13.3: ПК-13.3. Владеет методами выбора оптимальных технологических решений для выполнения научно-исследовательской работы и научно-исследовательских и опытно-конструкторских разработок.</p>	<p>ПК-13.1: Знать правила ведения и составления отчетной документации при выполнении медицинских анализов</p> <p>ПК-13.2: Уметь оценивать целесообразность и подбирать оптимальную методику анализа</p> <p>ПК-13.3: Владеть современными методами биохимического анализа</p>	<p>Отчет по лабораторным работам</p> <p>Тест</p> <p>Контрольная работа</p> <p>Опрос</p>	<p>Зачёт: Задачи</p> <p>Экзамен: Контрольные вопросы</p>

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>8</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>288</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>60</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>120</b>
- КСР	<b>3</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>69</b>

<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен, Зачёт</b>
---------------------------------	------------------------------------

### 3.2. Содержание дисциплины

(структурированное по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов и виды учебных занятий)

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
Введение. Общая биохимическая характеристика живых организмов	6	2	2	4	2
Аминокислоты. Пептиды. Белки.	73	16	42	58	15
Нуклеиновые кислоты. Синтез белка и его регуляция	42	12	18	30	12
Углеводы	46	8	24	32	14
Липиды	40	10	18	28	12
Интеграция метаболизма, его регуляция при внутренних и внешних воздействиях	42	12	16	28	14
Аттестация	36				
КСР	3				3
Итого	288	60	120	183	69

#### Содержание разделов и тем дисциплины

Темы для подготовки по разделу “Аминокислоты. Пептиды. Белки”

1. Формулы 21 белковой (протеиногенной) аминокислоты, 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. 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.
6. Реакции синтеза небелковых аминокислот (перечисленных в п.1)
7. Схемы взаимопревращений аминокислот семейств:  $\alpha$ -кетоглутаровой, пировиноградной, 3-ФГК, ЦУК.
8. 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).

9. Первичная структура белков и пептидов. Уметь написать трипептид из предложенных аминокислот и указать пептидные связи.
10. Строение белковой молекулы.
11. Ферменты. Строение ферментов. Разнообразие небелковых частей ферментов (коферменты и простетические группы).
12. Ферменты. Классификация.
14. Ферменты. Регуляция активности. Кинетика ферментативной реакции.
15. Пищеварение белков. Специфичность протеаз.
16. Определение понятия “витамины”, классификация витаминов.
17. Знать формулы, основную биохимическую роль, картину авитаминоза, основные источники и примерную суточную потребность витаминов А, В1, В2, В3, В5, В6, С, Н, инозит. Знать химическую природу (уметь опознать по предложенной формуле, уметь описать словами основные структурные особенности молекул) и значение витаминов: Вс (фолиевая кислота), В12, В15, К, Е, Д, Р.

Темы для подготовки к разделу "Нуклеиновые кислоты. Синтез белка и его регуляция"

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. Синтез азотистых оснований и нуклеотидов в клетках животных и человека.
5. Правила соединения нуклеотидов в полинуклеотидную цепь. Написание олигонуклеотидной цепочки по сокращенной записи (например, фАфГфЦф...).
6. Строение ДНК.
7. Типы и структура РНК.
8. Репликация, транскрипция, трансляция. Этапы, ферменты, факторы.
9. Регуляция биосинтеза белка у про и эукариот.
10. Разнообразие факторов транскрипции. Механизмы их взаимодействия с ДНК.

Темы для подготовки к разделу “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, - и - формы пираноз и фураноз. Мутаротация, ее причины.
5. Правила перевода формул Фишера в формулы Хеуорса.
6. Восстанавливающие и невосстанавливающие дисахари́ды. 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).
8. Гликолиз и глюконеогенез. Брожение.
9. Энергетика анаэробной стадии дыхания.
10. Цикл Кребса.
11. Пентозофосфатный цикл.
12. Цепь передачи электронов митохондрий, синтез АТФ.
13. Энергетика аэробной стадии дыхания.

Вопросы для подготовки по разделу "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. Синтез триацилглицеринов, глицерофосфолипидов.
4. 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.
5. Синтез сфинголипидов и холестерина

Вопросы для подготовки по разделу "Интеграция метаболизма"

1. Взаимосвязь обмена липидов, углеводов и белков
2. Перенос восстановительных эквивалентов (НАДН<sub>2</sub>) из цитоплазмы в митохондрии
3. Транспорт АТФ из митохондрий в цитоплазму
4. Перенос ацильных групп из митохондрий в цитоплазму
5. Взаимосвязь между орнитинным циклом и ЦТК
6. Схема работы сигнальных путей
7. Группы клеточных рецепторов человека
8. Принцип передачи сигнала через G-белки
9. Эффекторные ферменты и вторичные мессенджеры
10. Аденилатциклазная система и передача сигнала от адреналина
11. Фосфатидилинозитольная сигнальная система (образование и роль ИФЗ, ДАГ, кальция, кальмодулин)
12. Фосфолипаза А<sub>2</sub> и ее роль в синтезе эйкозаноидов
13. Участие G-белок ассоциированных рецепторов в восприятии запаха, света, вкуса (отдельно про каждый)
14. МАРКиназный каскад
15. Активация генов с участием инсулина
16. Рецепторы – факторы транскрипции
17. Прерывание сигнала в клетке
18. Кворум-сенсинг у грам-отрицательных бактерий (на примере *A. fischeri*. Знать схему регуляции lux-оперона и формулу ацилгомосеринлактона).
19. Кворум-сенсинг у грам-положительных бактерий (на примере *S. aureus*, знать схему регуляции QS, особенности строения и функционирования пептидов-автоиндукторов).
20. Механизм правильного считывания иницирующих и терминирующих кодонов.
21. РНК-интерференция, miRNA, piRNA, siRNA.

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

Самостоятельная работа обучающихся включает в себя подготовку к контрольным вопросам и заданиям для текущего контроля и промежуточной аттестации по итогам освоения дисциплины приведенным в п. 5.

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.

Самостоятельная работа студентов включает подготовку к устным опросам, к контрольным работам, к коллоквиумам, тесту, задачам для зачета и контрольным вопросам к экзамену. По всем темам, за исключением первой, самостоятельная работа включает написание отчета по каждой из проделанных лабораторных работ.

Методическое обеспечение при подготовке к лабораторным занятиям:

1. Практикум по дисциплине общая биохимия. Часть I. Авторы: Кальясова Е.А., Березина Е.В., Стручкова И.В. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 48с.
2. Практикум по дисциплине общая биохимия. Часть II. Авторы: Березина Е.В., Брилкина А.А., Кальясова Е.А., Стручкова И.В. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2019. – 50с.

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.

## **5. Фонд оценочных средств для текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации по дисциплине (модулю)**

### **5.1 Типовые задания, необходимые для оценки результатов обучения при проведении текущего контроля успеваемости с указанием критериев их оценивания:**

#### **5.1.1 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**

##### **Вопросы к коллоквиуму №1**

1. Реакции синтеза аминокислот путем присоединения молекулы аммиака к кетокислотам.
2. Реакции синтеза аминокислот путем превращения бокового радикала. Семейства аминокислот, заменимые и не заменимые (перечислить). Схемы синтеза гистидина и ароматических аминокислот.

3. Реакции синтеза аминокислот путем превращения бокового радикала. Синтез пролина, серина, глицина, селеноцистеина.
4. Дезаминирование аминокислот. Основные этапы. Подробно про переаминирование в тканях и транспорт в печень.
5. Дезаминирование аминокислот. Основные этапы. Подробно про процессы, происходящие в печени.
6. Реакции декарбоксилирования аминокислот.
7. Орнитиновый цикл.

### **5.1.2 Типовые задания (оценочное средство - Коллоквиум) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:**

#### **Вопросы к коллоквиуму №4 «Липиды»**

1. Пищеварение липидов.
2. Липопротеины
3. Окисление жирных кислот.
4. Кетоновые тела.
5. Синтез жирных кислот.
6. Синтез ТАГ и глицерофосфолипидов.
7. Синтез сфинголипидов.
8. Синтез стероидов.
9. Энергический баланс обмена липидов.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, успешное, самостоятельное как при ответе, так и при выполнении заданий, оппонировании. 10 баллов
отлично	Знание и умение полное и устойчивое, системати-ческое, успешное, самостоя-тельное. Имеются небольшие пробелы в оппонировании. ИЛИ: Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, но с небольшими пробелами. Оппонирование успешное, полное, самостоятельное. 9 баллов
очень хорошо	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.



Оценка	Критерии оценивания
	8 баллов
хорошо	Неполное знание, 1 грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя. 7 баллов
удовлетворительно	Фрагментарные знания, умения, много грубых ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании. 6 баллов
неудовлетворительно	Единичные минимальные знания, недостаточные для положительной оценки.
плохо	Не знает, не умеет. Не способен оппонировать.

### **5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**

#### **Контрольная работа №1**

1. Напишите реакцию синтеза глутаминовой кислоты. Приведите название реакции, фермента и кофермента.
2. Напишите возможные для организма человека реакции дезаминирования, в которых участвуют:
  - а) глутамат
  - б) аланин
3. Запишите реакцию синтеза гистамина.
4. Реакции синтеза пролина

### **5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:**

#### **Контрольная работа № 2**

##### **Вариант 1**

1. Витамин С. Формула, основная биохимическая роль, картина авитаминоза, основные источники и примерная суточная потребность для человека.
2. Химическая природа и значение витамина В<sub>9</sub> (фолиевая кислота). Картина авитаминоза, основные источники и примерная суточная потребность для человека.
3. Перечислите жирорастворимые витамины. Примеры гипервитаминозов.

## Вариант 2

1. Витамин А. Формула, основная биохимическая роль, картина авитаминоза, основные источники и примерная суточная потребность для человека.
2. Химическая природа и значение витамина В<sub>12</sub>. Картина авитаминоза, основные источники и примерная суточная потребность для человека.
3. Понятие авитаминоза, причины возникновения авитаминоза

## Вариант 3

1. Витамин В<sub>1</sub>. Формула, основная биохимическая роль, картина авитаминоза, основные источники и примерная суточная потребность для человека.
2. Химическая природа и значение витамина К. Картина авитаминоза, основные источники и примерная суточная потребность для человека.
3. Классификация витаминов. Для каждой группы в классификации приведите пример (название и формула).

### 5.1.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольная работа) для оценки сформированности компетенции ПК-13:

#### Вариант 1

1. Напишите структурные формулы D-дигидроксиацетон-3-фосфата, α-D-галактопиранозы, β-D-глюкозы, ПВК, L-рибозы.
2. Что такое эпимеры? Приведите примеры.
3. Структурная формула и систематическое название сахарозы. К какому виду дисахаридов (редуцирующим или нередуцирующим) она относится?
4. Химическая структура крахмала.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	100 % правильно выполненных заданий контрольной работы, 5,5 баллов
отлично	91-99 % правильно выполненных заданий контрольной работы, 5 баллов
очень хорошо	76-90 % правильно выполненных заданий контрольной работы, 4,5 балла
хорошо	61-75% правильно выполненных заданий контрольной работы, 4 балла
удовлетворительно	50-60% правильно выполненных заданий контрольной работы, 3 балла

Оценка	Критерии оценивания
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий контрольной работы
плохо	менее 25% правильно выполненных заданий контрольной работы

#### **5.1.6 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:**

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.

#### **5.1.7 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ОПК-2:**

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.

#### **5.1.8 Типовые задания (оценочное средство - Опрос) для оценки сформированности компетенции ПК-13:**

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.

#### **Критерии оценивания (оценочное средство - Опрос)**

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого

Оценка	Критерии оценивания
	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.
отлично	Знание и умение с минимальными ошибками при ответе, выполнении заданий, оппонировании.
очень хорошо	Знание в целом успешное, но требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя.
хорошо	Не более 1 грубой и 1 - небольшой ошибки при ответе, выполнении заданий, оппонировании.
удовлетворительно	Фрагментарные знания, умения, не более 2 грубых и нескольких небольших ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании. Ошибки исправлены после направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя.
неудовлетворительно	Фрагментарные знания, умения, две и более грубых и нескольких небольших ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании.
плохо	Отказывается отвечать, выполнять задания, оппонировать.

#### 5.1.9 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-13:

1. Выделение простых белков из семян злаковых и бобовых
2. Количественное определение фосфора
3. ТСХ хроматография липидов
4. Электрофорез (на примере белков молока)
5. Электрофорез (снятие и обсуждение результатов)
6. Гель-фильтрация на сефадексах

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
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

Оценка	Критерии оценивания
	проработаны замечания преподавателя. Отчеты за пропущенные и не отработанные студентом лабораторные работы к проверке не допускаются.

### **5.1.10 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ПК-13:**

#### **ВАРИАНТ 1**

I. Ответьте на вопросы:

- К диаминомонокислотам относится:
  - изолейцин;
  - орнитин;
  - триптофан;
  - серин.
- Пурпур Рузмана (сине-Фиолетовый продукт) образуется при реакции аминокислот с
  - азотистой кислотой;
  - аммиаком;
  - нингидрином;
  - уксуснокислым свинцом.
- Иминокислотой является:
  - серин;
  - триптофан;
  - орнитин;
  - пролин.
- К аминокислотам, у которых боковой радикал диссоциирует по щелочному типу не относится:
  - лизин;
  - пролин;
  - аргинин;
  - гистидин.
- Наибольшее число атомов азота имеет аминокислота:
  - аргинин;
  - фенилаланин;
  - изолейцин;
  - орнитин.
- Незаменимой аминокислотой является:
  - тирозин;
  - глицин;
  - валин;
  - пролин.
- К аминокислотам с полярным положительно заряженным боковым радикалом относится:
  - триптофан;
  - лейцин;
  - лизин;
  - валин.
- Не обладает оптической активностью:
  - глицин;
  - пролин;
  - цистин;
  - серин.
- К аминокислотам с гидрофобным боковым радикалом относится:
  - аспарагин;
  - серин;
  - лейцин;
  - треонин.
- Формула какой аминокислоты здесь представлена:

HOOC- CH<sub>2</sub>-CH-COOH

NH<sub>2</sub>

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

кислота; г) D-глутаминовая кислота.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	100 % правильно выполненных заданий контрольной работы, 5,5 баллов
отлично	91-99 % правильно выполненных заданий контрольной работы, 5 баллов
очень хорошо	76-90 % правильно выполненных заданий контрольной работы, 4,5 балла
хорошо	61-75% правильно выполненных заданий контрольной работы, 4 балла
удовлетворительно	50-60% правильно выполненных заданий контрольной работы, 3 балла
неудовлетворительно	менее 50 % правильно выполненных заданий контрольной работы
плохо	менее 25% правильно выполненных заданий контрольной работы

### 5.2. Описание шкал оценивания результатов обучения по дисциплине при промежуточной аттестации

#### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения 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. Ошибок нет.	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	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 отдельным 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
<u>Навыки</u>	Отсутствие базовых навыков. 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 некоторым и недочетами	Продемонстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторым и 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 оценивания при промежуточной аттестации

Оценка		Уровень подготовки
зачтено	<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>отлично</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	<b>очень хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	<b>хорошо</b>	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «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»
не зачтено	<b>неудовлетворительно</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	<b>плохо</b>	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «плохо»

### 5.3 Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки результатов обучения на промежуточной аттестации с указанием критериев их оценивания:

#### 5.3.1 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Отчеты по лабораторным работам по темам:

1. Техника безопасности и правила работы в биохим. лаборатории. Аминокислоты
2. Количественное определение нитратов в пище с применением ионселективного электрода.
3. Хроматография аминокислот на бумаге и в тонком слое
4. Количественное определение белка методом Лоури (с применением ФЭКа)
5. Определение активности амилазы слюны, влияние на нее pH и ингибиторов-активаторов

#### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

Отчеты по лабораторным работам по темам:

1. Качественные реакции на витамины
2. Качественные реакции на нуклеотиды
3. Количественное определение ДНК и РНК.
4. Качественные реакции на углеводы
5. Глюкозооксидазный метод определения глюкозы

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
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. Отчеты за пропущенные и не отработанные студентом лабораторные работы к проверке не допускаются.

#### 5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Аминокислоты. Строение, изомерия, диссоциация. Физические и химические свойства. Принципы классификации. Примеры.
2. Углеводы. Строение, роль в живой природе. Классификация и номенклатура. Дисахариды. Два типа строения, свойства. Формулы и характеристика отдельных представителей.
3. Биосинтез ДНК (репликация). Принципы репликации. Репликация у прокариот. Ферменты, субстраты, ход процесса. Фрагменты Оказаки.
4. Уровни регуляции биосинтеза белка. Особенности для про- и эукариот
5. Фолдинг белков. Шапероны и фолдазы. Функции, классификация и шаперонов разных групп. Примеры шаперонов. Прионы как болезнетворные агенты.



6. Расщепление жиров при пищеварении. Ферменты, расщепляющие жиры. Расщепление триацилглицеринов, пути метаболизации глицерина и жирных кислот. Липопотеины.
7. ДНК: первичная, вторичная и третичная структура. Структурные отличия ДНК от РНК. Особенности в строении ДНК у про- и эукариот (повторяющиеся последовательности, мобильные элементы генома, организация хроматина в эукариотических клетках, др.).
8. Макроэргические связи и соединения. Примеры участия макроэргических соединений в метаболизме.
9. Ферменты. Признаки сходства и различия с небиологическими катализаторами. Общие принципы строения, номенклатура и классификация ферментов, представители.
10. 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).
11. Синтез фосфолипидов и стероидов.
12. Группы клеточных рецепторов у человека. Принцип передачи сигнала через G-белки. Пример каскада.
13. Понятие некодирующих РНК, примеры выполняемых ими функций. Функционирование сигнальнопознающей частицы (SRP).
14. Эффекторные ферменты и вторичные мессенджеры. Пример сигнальной системы.
15. Регуляция биосинтеза белка на уровне транскрипции: индуцибельные и репрессируемые ферменты, катаболическая репрессия.
16. Липиды: общая характеристика, функции, классификация, строение липидов различных групп.
17. MAP-киназные сигнальные каскады. Передача сигнала инсулина.
18. Реакции катаболизма аминокислот. Орнитиновый цикл.
19. Отличия РНК от ДНК. Типы РНК. Аргументы в пользу более раннего возникновения РНК по сравнению с ДНК в эволюции. Строение и функции тРНК.
20. Интеграция метаболизма. Взаимосвязь между ЦТК и орнитиновым циклом.
21. Транскрипция. Принципы. Строение оперона и транскрипта. Понятие процессинга.
22. Метаболемы в клетках. Биологический смысл. Примеры.
23. Трансляция, ее основные этапы и условия протекания. Элонгация и терминация в биосинтезе белка. Белковые факторы. Энергетические затраты.
24. Пути синтеза аминокислот. Семейства аминокислот по общности происхождения. Отличие синтеза заменимых и незаменимых аминокислот.
25. Окислительное фосфорилирование. Состав и работа цепи переноса электронов в митохондриях.
26. Фосфолипиды. Классификация, представители. Роль фосфатидилинозитов в системах трансдукции сигнала. Воздействие на фосфолипиды фосфолипаз A1, A2, C, D.
27. Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Представители различных групп. Гемоглобин: его строение, функционирование. Гетерогенность гемоглобинов. Аномальные гемоглобины.
28. Биосинтез жирных кислот и триацилглицеринов. Комплекс синтазы жирных кислот. Роль АПБ.
29. Строение рибосом про- и эукариот. Рибосомальные РНК. Базовые представления об эволюции рибосомы. Рибозимная и шаперонная активности рибосом.
30. Возможные пути превращений пировиноградной кислоты (ПВК) в аэробных и анаэробных условиях. Брожение.
31. Кворум-сенсинг: понятие, механизм и смысл существования кворум-сенсинга в популяциях организмов. Кворум-сенсинг у грам-отрицательных бактерий на примере *Vibrio fischeri*. Регуляция lux-оперона и формула ацилгомосеринлактона.
32. Кальциевая или фосфатидилинозитовая система.
33. Интеграция метаболизма. Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот (примеры).

34. Аэробное дыхание. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса), его роль в дыхательном обмене. ЦТК как “перекресток метаболизма”.
35. Свободные пептиды. Их функции, строение, представители, биологическая роль.
36. Инозит как витаминоподобное вещество. Инозитолсодержащие фосфолипиды и схема инозитолфосфатного пути регуляции метаболизма.
37. Ферменты, их строение. Функции белковой и небелковой частей ферментативной молекулы. Активный центр ферментов. Примеры коферментов. Причины высокой каталитической способности ферментов.
38. Общая схема трансдукции сигнала. Кворум-сенсинг у грам-положительных бактерий.
39. Генетический код и его свойства. Механизм “правильного” считывания рибосомой “двусмысленных” кодонов (инициирующих, терминирующих).
40. Расщепление белков внутри и вне организма. Расщепление белков в процессе пищеварения у человека. Дезаминирование аминокислот.
41. Витамины: понятие, классификация, биологическая роль и биохимические механизмы действия (с примерами). Причины и последствия недостаточности витаминов.
42. Уровни структурной организации белковой молекулы. Связи, участвующие в поддержании всех структур. Торсионные углы. Домены.
43. Классификация ферментов. Привести пример реакции для каждого класса Множественные молекулярные формы ферментов, изоферменты: понятие, роль в метаболизме.
44. Синтез ди- и полисахаридов. Роль НДФС, ферменты и реакции синтеза сахарозы и крахмала.
45. Глюконеогенез. Реакции, ферменты, энергетические затраты.
46. Протеолиз. Роль лизосом и протеасом в протеолизе. Внутриклеточное расщепление белков. Убиквитилирование и протеасомная система.
47. Углеводы в клетке. Функции, обязательно энергетическая, сигнальная и структурная.
48. Процессинг РНК как этап транскрипции. Аутосплайсинг. Сплайсосома. Участие U-РНК в сплайсинге.
49. Пентозофосфатный путь, значение в обмене веществ. Трансальдозазные и транскетолазные реакции.

#### **5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2**

1. РНК-интерференция, ее механизм. miRNA.
2. Транскрипционные факторы, типы структур, принципы взаимодействия с ДНК.
3. Окисление жирных кислот. Энергетика. Кетонные тела.
4. Витамины: понятие, классификация, биологическая роль и биохимические механизмы действия (с примерами). Причины и последствия недостаточности витаминов.
5. Трансляция. Активация аминокислот и инициация трансляции. АРСазы. Энергетические затраты при активации аминокислот и инициации трансляции. Роль белковых факторов.
6. Анаэробное дыхание. Гликолиз: ферменты, энергетика процесса. Реакции субстратного фосфорилирования. Гликогенолиз.
7. Посттрансляционные модификации белков. Образование дисульфидных связей, гликозилирование. Транспорт и экспорт белков в клетке.
8. Расщепление углеводов в процессе пищеварения. Углеводный гомеостаз и его механизмы: регуляция постоянства содержания глюкозы в крови человека.
9. Ферменты. Кинетика ферментативной реакции. Энергия активации. Зависимость активности фермента от концентрации фермента и субстрата. Регуляция активности ферментов. Типы ингибирования. Аллостерическая регуляция
10. Понятие шаперонов. Классификация шаперонов. Функционирование (на выбор) системы шаперона Hsp70 или GroEL (работа по цис- и транс-механизму).

11. 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.

### 5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-13

1. Качественные реакции на аминокислоты и белки. Количественное определение белка по методу Лоури
2. Распределительная хроматография аминокислот на бумаге и силуфоле
3. Определение изоэлектрической точки белка
4. Выделение простых белков из семян злаковых и бобовых.
5. Гельфилтрация белков на сефадексах (гельхроматография)
6. Активность слюнной амилазы и влияние на нее внешних факторов
7. Качественные реакции на нуклеиновые кислоты и их компоненты
8. Количественное определение ДНК методом Дише и количественное определение РНК по Мейбаум в одной пробе
9. Качественные реакции на нуклеиновые кислоты и их компоненты
10. Реакции обнаружения углеводов в растворе.
11. Количественное определение глюкозы глюкозооксидазным методом.
12. Определение химических констант пищевых жиров
13. Качественные реакции на витамины

### Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	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. 60 баллов
отлично	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 информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей. 50 баллов
очень хорошо	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

Оценка	Критерии оценивания
	путей с небольшими неточностями. 45 баллов
хорошо	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. 40 баллов
удовлетворительно	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. 30 баллов
неудовлетворительно	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.
плохо	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.

### 5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Задачи) для оценки сформированности компетенции ПК-13

Напишите формулу пептидов:

Лизин – пролин – фенилаланин – глутаминовая кислота

Пролин – лизин – триптофан – глутаминовая кислота

Гистидин – пролин – цистеин – аспарагиновая кислота

Аргинин – пролин – цистин – аспарагиновая кислота

### Критерии оценивания (оценочное средство - Задачи)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
не зачтено	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

## 6. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины (модуля)

Основная литература:

1. Основы биохимии : учеб. для ун-тов по специальности "Биология" / под ред. А. А. Анисимова. - М. : Высшая школа, 1986. - 550, [1] с. : ил. - 1.80., 157 экз.
2. Стручкова Ирина Валерьевна. Аминокислоты : учебно-методическое пособие / И. В. Стручкова, А. А. Брилкина ; ННГУ им. Н. И. Лобачевского. - Нижний Новгород : Изд-во ННГУ, 2016. - 32 с. - Текст : электронный., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=823800&idb=0>.
3. Стручкова Ирина Валерьевна. Регуляция биосинтеза белка : учеб.-метод. пособие для студентов ННГУ, обучающихся по направлению "Биология" и направлению "Экология и природопользование" / Нижегородский государственный университет им. Н. И. Лобачевского. - Н. Новгород : ННГУ, 2011. - 101 с. - 101.41., 79 экз.

Дополнительная литература:

1. Комов Вадим Петрович. Биохимия : учебник для вузов / В. П. Комов, В. Н. Шведова ; под общей редакцией В. П. Комова. - 4-е изд. - Москва : Юрайт, 2024. - 684 с. - (Высшее образование). - URL: <https://urait.ru/bcode/543995> (дата обращения: 15.08.2024). - ISBN 978-5-534-13939-6 : 2419.00. - Текст : электронный // ЭБС "Юрайт"., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=902153&idb=0>.
2. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера : учебник. Том 1. Основы биохимии, строение и катализ / Д. Нельсон, М. Кокс. - Москва : Лаборатория знаний, 2022. - 746 с. - ISBN 978-5-93208-607-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=892200&idb=0>.
3. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера : учебник. Том 2. Биоэнергетика и метаболизм / Д. Нельсон, М. Кокс. - Москва : Лаборатория знаний, 2022. - 689 с. - ISBN 978-5-93208-608-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=892199&idb=0>.
4. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера : учебник. Том 3. Пути передачи информации / Д. Нельсон, М. Кокс. - Москва : Лаборатория знаний, 2022. - 441 с. - ISBN 978-5-93208-609-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=892198&idb=0>.

Программное обеспечение и Интернет-ресурсы (в соответствии с содержанием дисциплины):

не предусмотрены

## 7. Материально-техническое обеспечение дисциплины (модуля)

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной

программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, специализированным оборудованием: лабораторная мебель, аппарат для вертикального электрофореза, водяная баня-термостат, вортекс, стерилизатор сухожаровой, мульти-ротатор, центрифуга, лабораторные весы, фотоэлектрический фотометр, рН-метр/иономер

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 по направлению подготовки/специальности 30.05.01 - Медицинская биохимия.

Автор(ы): Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук, доцент.

Заведующий кафедрой: Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 6 сентября 2022, протокол № 1.