

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 президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Рабочая программа дисциплины**

Биохимия

---

Уровень высшего образования

Бакалавриат

---

Направление подготовки / специальность

05.03.06 - Экология и природопользование

---

Направленность образовательной программы

Экология

---

Форма обучения

очная

---

г. Нижний Новгород

2024 год начала подготовки

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.25 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 применять базовые знания фундаментальных разделов наук о Земле, естественно-научного и математического циклов при решении задач в области экологии и природопользования	ОПК-1.1: Знает: - основные концепции и методы, современные направления математики, физики, химии и наук о Земле, актуальные проблемы биологических наук и перспективы междисциплинарных исследований ОПК-1.2: Умеет: - использовать навыки лабораторной работы и методы химии, физики, биологических наук и наук о Земле, математического моделирования и математической статистики в профессиональной деятельности ОПК-1.3: Владеет: - методами статистического оценивания и проверки гипотез, прогнозирования перспектив и социальных последствий своей профессиональной деятельности	ОПК-1.1: Знает основные концепции биохимии в отношении строения и функционирования белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, причины и последствия нарушений в их обмене для организма и экосистемы.  ОПК-1.2: Умеет использовать навыки лабораторной работы для качественного и количественного определения биополимеров и их компонентов  ОПК-1.3: Владеет методами статистического оценивания в отношении результатов биохимического исследования	Коллоквиум Контрольная работа Отчет по лабораторным работам Тест	Экзамен: Контрольные вопросы Портфолио

## 3. Структура и содержание дисциплины

### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>4</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>144</b>

в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	32
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	32
- КСР	2
самостоятельная работа	42
Промежуточная аттестация	36
	Экзамен

### 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/лабораторные работы), часы	Всего	
	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о	о ф о
1. Введение. Функции веществ в экологических взаимодействиях	4	2	0	2	2
2. Основные концепции и методы биохимии белков и нуклеиновых кислот	58	16	16	32	26
3. Основные концепции биохимии углеводного и липидного обмена	26	10	8	18	8
4. Общие принципы и биохимические системы регуляции метаболизма.	18	4	8	12	6
Аттестация	36				
КСР	2				2
Итого	144	32	32	66	42

### Содержание разделов и тем дисциплины

#### ВВЕДЕНИЕ

#### ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ И МЕТОДЫ БИОХИМИИ БЕЛКОВ

1. Белковые и небелковые аминокислоты. Строение, классификация, диссоциация, представители. Роль небелковых аминокислот в экологических взаимодействиях. Формулы отдельных представителей и их экологическая роль.
2. Моноаминодикарбоновые аминокислоты. Строение, роль в метаболизме, формулы и диссоциация отдельных представителей.
3. Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Функции белков. Представители различных групп.
4. Свободные пептиды: функции, строение, представители, экологическая роль.

5. Белки: первичная структура.
6. Белки: вторичная и сверхвторичная структура.
7. Белки: третичная и четвертичная структура. Фибриллярные и глобулярные белки (особенности строения, представители). Денатурация и ренатурация.
8. Круговорот азота. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназа. Основные пути биосинтеза аминокислот. Нитратредуктаза, нитритредуктаза и реакции, ими производимые.
9. Расщепление белков внутри и вне организма. Пептидгидролазы (с примерами). Убиквитин. Протеасома. Зимогенные формы ферментов.
10. Конечные продукты азотного обмена у организмов разного систематического положения. Черты приспособленности к среде обитания. Образование мочевины.
11. Гемоглобин: его место в классификации белков, строение, функционирование. Гетерогенность гемоглобинов. Аномальные гемоглобины.
12. Гликопротеины (строение, роль в экологических взаимодействиях).
13. Ферменты. Строение, классификация, катализируемые реакции, представители (с примерами реакций).
14. Кинетика ферментативных реакций. Уравнение Михаэлиса – Ментен. Зависимость активности фермента от температуры, pH, концентрации субстрата и фермента. Ингибиторы ферментов и их классификация.

## ОСНОВНЫЕ КОНЦЕПЦИИ И МЕТОДЫ БИОХИМИИ НУКЛЕИНОВЫХ КИСЛОТ. МАТРИЧНЫЕ СИНТЕЗЫ

1. Нуклеотиды, нуклеозиды. Строение, номенклатура. Минорные нуклеотиды
2. Свободные нуклеотиды. Строение и функции (биологическая роль). Циклические нуклеотиды (цАМФ и цГМФ).
3. Строение нуклеиновых кислот: первичная структура.
4. Нуклеиновые кислоты: вторичная структура. Правила Чаргаффа.
5. Строение нуклеиновых кислот: третичная структура.
6. рРНК: строение, функционирование, отличия у организмов разных систематических групп.
7. Строение и функции тРНК
8. Репликация, отличия у про- и эукариот. Репликативная вилка. Фрагменты Оказаки. Теломеры и теломеразы.
9. Транскрипция у про- и эукариот. Оперон, транскриптон. Роль вспомогательных белков. Процессинг.
10. Генетический код и его свойства.
11. Процесс трансляции: общая характеристика. Этапы, ферменты, белковые факторы, энергетические затраты.
12. Трансляция. Этап активации аминокислот, АРСазы. Этап инициации трансляции.
13. Этап элонгации и терминации в биосинтезе белка. Посттрансляционные события, фолдинг. Роль шаперонов.
14. Регуляция биосинтеза белка на уровне транскрипции, трансляции, посттрансляционных событий.

## УГЛЕВОДЫ

1. Общая характеристика углеводов: функции, классификация, представители.
2. Источники энергии для живых организмов. Высокоэнергетические соединения и их классификация.
3. Моносахариды: классификация и изомерия. Понятие гликозидов.
4. Гексозы. Формулы и свойства представителей. Пути взаимопревращения.
5. Дисахариды. Классификация, представители, роль НДФС (нуклеозиддифосфатсахаров) в синтезе ди- и полисахаридов.
6. Гликолиз. Ферменты, энергетика (расчет АТФ). Реакции субстратного фосфорилирования.
7. Цикл трикарбоновых кислот – метаболический котёл. Реакция субстратного фосфорилирования. Ферментативные системы ЦТК (ПБК-ДГ, альфа-кетоглутарат-ДГ), способы перехода от соединений

- одного класса к другому. СукцинатДГ и ее связь со 2 комплексом окислительного фосфорилирования.
8. Пути дальнейших превращений конечных продуктов гликолиза (ПВК). Брожения и их значение для организмов.
  9. Глюконеогенез.
  10. Планетарная роль фотосинтеза. Цикл Кальвина и его значение в функционировании экосистем.
  11. Сахароза, крахмал, гликоген. Строение, свойства, особенности синтеза.
  12. Субстратное фосфорилирование. Понятие, примеры реакций.
  13. Окислительное фосфорилирование. Компоненты и работа дыхательной цепи. Теория Митчелла. Энергетическая лестница. Вещества – ингибиторы окислительного фосфорилирования.
  14. Функции углеводов. Регуляция постоянства содержания глюкозы в крови. Инсулин, адреналин.
  15. Пентозофосфатный путь и его значение.
  16. Гликозиды как вторичные метаболиты, их участие в межорганизменных взаимодействиях.

## ЛИПИДЫ

1. Липиды: общая характеристика, классификация. Примеры участия липидов и их компонентов в метаболизме и экологических взаимодействиях.
2. Нейтральные жиры и жирные кислоты. Гликолипиды.
4. Синтез липидов. Этапы, суть процесса, энергетические затраты, общее уравнение реакции. Роль АПБ.
5. Расщепление липидов (на примере триацилглицеринов и фосфолипидов). Окисление глицерина и жирных кислот в тканях. Реакции и энергетика (подсчет АТФ на примере пальмитиновой кислоты).
6.  $\beta$ -окисление жирных кислот. Реакции, суть, энергетический выход. Роль кофермента ацетилирования.
7. Фосфолипиды. Классификация, представители, свойства. Особо – формула фосфатидилинозитов и фосфатидилсерина.
7. Общие представления о стероидах, восках, терпенах: принципы строения, экологическая роль. Представители.

## ИНТЕГРАЦИЯ И РЕГУЛЯЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА. РОЛЬ БИОХИМИИ В ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЯХ

1. Биохимия как наука: предмет, проблемы, понятия, история возникновения, значение в экологических исследованиях.
2. Функции химических веществ в экологических взаимодействиях. Примеры участия разных классов соединений.
3. Инозитолфосфатная система и ее роль в регуляции метаболизма. Роль G-белков.
4. Регуляция метаболизма. Механизм действия водорастворимых и жирорастворимых гормонов. Пути передачи сигнала в клетку. Гормоны и феромоны как первичные мессенджеры. Примеры вторичных мессенджеров.
5. Вторичные метаболиты. Значение в экологических взаимодействиях. Примеры.
6. Феромоны: функции, понятие, классификация. Алломоны, кайромоны, синомоны.
7. Интеграция метаболизма. Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов (примеры). Взаимосвязь пластического и энергетического обмена.
8. Каскадность и “усиление сигнала” в биологических процессах. Адреналиновый каскад и его значение. Каскадность в матричных синтезах.

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

#### ВОПРОСЫ ДЛЯ САМОПОДГОТОВКИ К ТЕСТУ и КОНТРОЛЬНЫМ РАБОТАМ:

##### Вопросы для подготовки к тесту

1. Строение протеиногенных аминокислот. Примеры небелковых аминокислот, участвующих в межорганизменных взаимодействиях. Формулы белковых (протеиногенных) аминокислот, в том числе - селеноцистеина, и 2 амидов (глутамин, аспарагин), а также  $\beta$ -аланина,  $\beta$ -цианаланина, оксипролина, орнитина, цитруллина, формилметионина, азетидин-2-карбоновой кислоты, 3,4-дигидроксифенилаланина, 5-гидрокситриптофана. Уметь указать специфические свойства строения их боковых радикалов (серосодержащий, ароматический, др.), назвать функции небелковых аминокислот в межорганизменных взаимодействиях.
2. Незаменимые для человека аминокислоты, последствия их недостатка в пище.
3. Протеиногенные аминокислоты: заряд и характер диссоциации боковых радикалов, их роль в образовании пространственной структуры белков.
4. Последовательность действий и логика анализа результата качественных реакций для выявления белка и аминокислот в пробе (при проведении биуретовой, ксантопротеиновой, нингидриновой реакций, реакции обнаружения серы, реакций осаждения белков).
5. Структуры белковой молекулы: понятие, связи и взаимодействия, образующие данный уровень структурной организации. Организация и свойства пептидной связи.
6. Принцип метода количественного определения белка по методу Лоури, последовательность действий и логика анализа результата. Значение химических и биологических повторностей при проведении биохимического исследования.

##### Вопросы для подготовки к контрольной работе №1

1. Правила отбора проб почвы и растительного материала, их подготовка для биохимического исследования. Репрезентативность выборки.
2. Функции химических веществ в экологических взаимодействиях, примеры соединений и взаимодействий для каждой из функций.
3. Понятия и значение в экосистемах следующих соединений: феромоны (функции, два способа классификации), алломоны, кайромоны, синомоны, репелленты, аттрактанты, антиовипозитанты, детерренты. Практическое применение веществ указанных групп в хозяйственной деятельности человека.
4. Аллелопатия. Привести примеры аллелопатических взаимодействий, нарушающих и стабилизирующих природные и искусственные экосистемы.

##### Вопросы для подготовки к контрольной работе №2

1. Строение азотистых оснований, рибозы и дезоксирибозы, нуклеозидов, нуклеотидов. Циклические нуклеотиды.
2. Структурная организация нуклеиновых кислот: первичная и вторичная структура (определения, связи). Расположение нуклеотидов в полинуклеотидной цепи. Комплементарность нуклеотидов, правила Чаргаффа.

3. Принцип метода и алгоритм действий для количественного определения нуклеиновых кислот (на основе лабораторных работ).

Вопросы для подготовки к контрольной работе №3

1. Классификация и биологическая роль углеводов (с примерами), понятие гликозидов и их функции в межорганизменных взаимодействиях.

2. Формулы, основные свойства и роль следующих углеводов и их производных: глицеральдегид, дигидроксиацетон, эритроза, рибоза, дезоксирибоза, рибулоза, ксилоза, ксилулоза, глюкоза, фруктоза, манноза, галактоза, глюкозамин, галактозамин, ацетилглюкозамин, метилглюкозид, фосфорные эфиры сахаров (например, фруктозо-1,6-дифосфат, ФГА – фосфоглицериновый альдегид), альдаровые, альдоновые, альдуроновые кислоты на примере гексоз.

3. Понятия: аномеры, эпимеры, энантиомеры, диастереомеры, мутаротация. Примеры сахаров для иллюстрации этих понятий. Уметь писать моносахариды в D и L-форме, альфа- и бета-формах пираноз и фураноз. Правила перевода формул Фишера в формулы Хеуорса.

4. Формулы и систематические названия мальтозы, целлобиозы, лактозы, сахарозы. Восстанавливающие и не восстанавливающие дисахариды, явление мутаротации.

5. Строение крахмала, целлюлозы, хитина, состав гликогена. Основные этапы их биосинтеза и расщепления, роль НДФС.

6. Качественные реакции (из предлагаемых в Практикуме по биохимии), которые позволяют выявить наличие углеводов и позволяют различить глюкозу, фруктозу, сахарозу, лактозу, крахмал.

ВОПРОСЫ ДЛЯ ПОДГОТОВКИ К КОЛЛОКВИУМАМ

Вопросы для подготовки к коллоквиуму №1

1) Аминокислоты белковые и небелковые. Строение, классификация, диссоциация, формулы аминокислот.

2) Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Функции белков внутри организма и в экологических взаимодействиях. Представители различных групп.

3) Свободные пептиды: функции, строение, представители, экологическая роль.

4) Белки: первичная структура. Характеристики пептидной связи. Вторичная и сверхвторичная структура. Домены.

6) Белки: третичная и четвертичная структура. Коэффициент асимметрии. Фибриллярные и глобулярные белки (особенности строения, биол. роль, представители). Фолдинг. Шапероны. Денатурация и ренатурация.

7) Цикл азота в биосфере. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназа. Образование нитритов и нитратов. Основные пути биосинтеза аминокислот.

8) Расщепление белков внутри и вне организма. Пептид-гидролазы. Убиквитин.

9) Дезаминирование аминокислот (окислительное – с уравнением реакции).

10) Орнитиновый цикл. Конечные продукты азотного обмена у организмов разного систематического положения. Черты приспособленности к среде обитания.

11) Ферменты: строение, классификация, ферментативная кинетика, Влияние pH, температуры на активность ферментов.

12) Ферменты: типы ингибирования, примеры ингибиторов - природных веществ и ксенобиотиков.

## Вопросы для подготовки к коллоквиуму №2

- 1) Нуклеотиды, нуклеозиды. Роль свободных нуклеотидов. Функции ДНК и РНК.
- 2) Строение ДНК. Отличия в строении у про- и эукариот.
- 3) Виды РНК: различия и сходство строения и функций, пути возникновения разных РНК. Строение рибосом про- и эукариот. тРНК. мРНК. Суть теории "РНК-мира"
- 4) Репликация. Условия протекания. Ферменты. Отличия у про- и эукариот. Фрагменты Оказаки. Теломеры. Роль вспомогательных белков при репликации.
- 5) Транскрипция. Условия протекания. Отличия у про- и эукариот. Ферменты. Строение единицы транскрипции. Вспомогательные белки. Процессинг. Модель Чамберлена.
- 6) Трансляция. Условия протекания. Генетический код и его свойства. Стадии синтеза белка. Энергетические затраты. Фолдинг. Шапероны.
- 7) Регуляция синтеза белка у прокариот: роль сигма-субъединицы РНК-полимеразы, механизмы индукции и репрессии, роль цАМФ в регуляции.
- 8) Регуляция синтеза белка у эукариот – регуляция активности белковых факторов, энхансеры, сайленсеры, групповая регуляция сигнальными веществами (феромонами и гормонами), регуляция на уровне процессинга.

## Вопросы для подготовки к коллоквиуму №3

- 1) Планетарная роль фотосинтеза. Значение и основные стадии темновой фазы фотосинтеза (цикл Кальвина).
- 2) Фототрофы, хемотрофы. Типы макроэргических соединений в живых организмах, их роль в обмене веществ.
- 3) Гликолиз и гликогенолиз. Значение, последовательность реакций, энергетический выход. Пути дальнейшего превращения пирувата. Брожение и его различные типы.
- 4) Глюконеогенез. Значение, последовательность реакций, энергетические затраты.
- 5) Цикл Кребса как “перекресток метаболизма”. Его роль в клеточном дыхании, обмене липидов, углеводов, белков.
- 6) Дыхательная цепь. Участки сопряжения дыхательной цепи. Механизм сопряжения при фосфорилировании.
- 7) Регуляция уровня глюкозы в крови человека: адреналиновый каскад, роль инсулина.
- 7) Липиды: общая характеристика, классификация. Примеры участия липидов и их компонентов в метаболизме и экологических взаимодействиях.
- 8) Общие представления о стадиях синтеза липидов (на примере триацилглицеринов).
- 9) Расщепление липидов различных групп, роль ферментов.  $\beta$ -окисление жирных кислот.
- 10) Фосфолипиды. Классификация, представители. Роль фосфатидилинозитов в системах трансдукции сигнала
- 11) Гормоны: разнообразие строения, объединяющие признаки. Стероидные гормоны и механизм их воздействия на метаболизм.
- 12) Способы регуляции метаболизма через ферментативный аппарат.

## Требования к оформлению отчетов по практическим 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, расчетные формулы, расчет



требуемых величин по собственным первичным данным, графики, фотографии или рисунки в количестве, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Вывод работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные и не отработанные в назначенное преподавателем время лабораторные работы к проверке не допускаются. Баллы за отчеты начисляются в конце семестра при наличии "зачтено" за все 7 отчетов (по принципу "все или ничего").

#### Литература:

Стручкова И.В., Березина Е.В., Брилкина А.А. ПРАКТИКУМ ПО БИОХИМИИ. Учебно-методическое пособие. – Нижний Новгород: Нижегородский госуниверситет, 2017. – 68 с.

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.

Веселов А.П., Стручкова И.В., Брилкина А.А. Нуклеиновые кислоты. Учебно-методическое пособие. Н.Новгород. Изд-во ННГУ, 2006. 62 с.

### **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:**

1. Цикл азота в биосфере. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназа.
2. Ферменты: типы ингибирования, примеры ингибиторов - природных веществ и ксенобиотиков.
3. Трансляция. Условия протекания. Генетический код и его свойства. Стадии синтеза белка. Энергетические затраты. Фолдинг. Шапероны.
4. Планетарная роль фотосинтеза. Значение и основные стадии темновой фазы фотосинтеза (цикл Кальвина).
5. Фототрофы, хемотрофы. Типы макроэргических соединений в живых организмах, их роль в обмене веществ
6. Липиды: общая характеристика, классификация. Примеры участия липидов и их компонентов в метаболизме и экологических взаимодействиях.

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

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Показал полные, организованные в систему, устойчивые знания строения и функционирования аминокислот, пептидов, белков, причин и последствий нарушений в их обмене для организма и экосистемы. При ответе, выполнении заданий, оппонировании не требовалась помощь преподавателя (5 баллов для

Оценка	Критерии оценивания
	Портфолио)
отлично	Показал полные, устойчивые знания строения и функционирования белков, причин и последствий нарушений в обмене аминокислот, пептидов, белков для организма и экосистемы. При ответе, выполнении заданий, оппонировании требовалась небольшая помощь преподавателя или оппонента (5 баллов для Портфолио)
очень хорошо	Показал неполные знания строения и функционирования белков, причин и последствий нарушений в обмене аминокислот, пептидов, белков для организма и экосистемы. При ответе, выполнении заданий, оппонировании несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя (4 балла для Портфолио)
хорошо	Показал неполные знания строения и функционирования белков, причин и последствий нарушений в обмене аминокислот, пептидов, белков для организма и экосистемы. При ответе, выполнении заданий, оппонировании 1 грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя (4 балла для Портфолио)
удовлетворительно	Показал фрагментарные знания строения и функционирования белков, причин и последствий нарушений в обмене аминокислот, пептидов, белков для организма и экосистемы, не способен оппонировать, ответ требует значительной помощи и наводящих вопросов преподавателя или оппонента. (3 балла для Портфолио)
неудовлетворительно	Не продемонстрировал знания строения и функционирования белков, причин и последствий нарушений в обмене аминокислот, пептидов, белков для организма и экосистемы даже при значительной помощи и наводящих вопросов преподавателя или оппонента. (0 баллов для Портфолио)
плохо	Отказался отвечать, оппонировать (0 баллов для Портфолио)

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

Контрольная работа №1.

1. Перечислите функции химических веществ в экологических взаимодействиях, приведите примеры соединений и взаимодействий для каждой из функций.
2. Охарактеризуйте понятия: феромоны-релизеры, кайромоны, синомоны, антиовипозитанты, детерренты. Приведите 2 примера применения веществ указанных групп в хозяйственной деятельности человека.

3. Дайте определение аллелопатии. Приведите пример аллелопатического взаимодействия, негативно влияющего на состояние экосистемы

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	правильно выполнено более 50% заданий (3 балла для портфолио за каждую из 3 контрольных работ)
не зачтено	правильно выполнено 50 или менее % заданий (0 баллов для портфолио)

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

Требования к оформлению отчетов по практическим 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, расчетные формулы, расчет требуемых величин по собственным первичным данным, графики, фотографии или рисунки в количестве, достаточном для подтверждения достижения цели работы и сделанных выводов. Вывод работы должен быть развернутым, полностью соответствовать полученным результатам. Отчеты за пропущенные и не отработанные в назначенное преподавателем время лабораторные работы к проверке не допускаются. Баллы за отчеты начисляются в конце семестра при наличии "зачтено" за все 7 отчетов (по принципу "все или ничего").

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

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчет оформлен по итогам проделанной студентом лабораторной работы, соответствует требованиям к отчетам по лабораторным работам, изложенным в п. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся и сдан преподавателю не позднее последнего практического занятия по дисциплине Биохимия (1 балл для портфолио за каждый из 7 отчетов)
не зачтено	Отчет не соответствует требованиям к отчетам по лабораторным работам, изложенным в п. Учебно-методическое обеспечение самостоятельной работы обучающихся и/или сдан преподавателю позднее последнего практического занятия по дисциплине Биохимия (0 баллов для портфолио).

### 5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Тест) для оценки сформированности компетенции ОПК-1:

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.

### Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Правильно выполнено 100 % заданий (5 баллов для портфолио)
отлично	Правильно выполнено 90% заданий (5 баллов для портфолио)
очень хорошо	Правильно выполнено 80% заданий (4 балла для портфолио)
хорошо	Правильно выполнено 70 % заданий (4 балла для портфолио)
удовлетворительно	Правильно выполнено 60 % заданий (3 балла для портфолио)
неудовлетворительно	Правильно выполнено не более 50% заданий (0 баллов для портфолио)
плохо	Отказ от выполнения (0 баллов для портфолио)

### 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	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.

	отказа обучающегося от ответа		ошибок	несколько негрубых ошибок	несколько несущественных ошибок	нет.	
<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 - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

1. Функции химических веществ в экологических взаимодействиях. Уметь перечислить в общем и пояснить, в том числе для отдельных классов веществ (свободных аминокислот и жирных кислот, белков и пептидов, углеводов, липидов).
2. Инозитолфосфатная система и ее роль в регуляции метаболизма. Роль G-белков.
3. Регуляция метаболизма. Пути передачи сигнала в клетку. Гормоны и феромоны как первичные мессенджеры. Примеры вторичных мессенджеров. Механизм действия водорастворимых (на примере адреналина) **и жирорастворимых** гормонов.
4. Ферменты. Строение, классификация (знать все классы!), катализируемые реакции, представители (с примерами реакций). Пути регуляции метаболизма через ферментативный аппарат.
5. Кинетика ферментативных реакций. Ур-ние Михаэлиса – Ментен, графики. Зависимость от температуры, pH, концентрации субстрата и фермента и т.д. Ингибиторы ферментов и их классификация.

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

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Знает основные концепции биохимии в отношении строения и функционирования белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, причины и последствия нарушений в их обмене для организма и экосистемы. 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. (61 -64 балла для портфолио)
отлично	Знает основные концепции биохимии в отношении строения и функционирования белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, причины и последствия нарушений в их обмене для организма и экосистемы. 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. (51- 60 баллов для портфолио)
очень хорошо	Знает основные концепции биохимии в отношении строения и функционирования белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, причины и последствия нарушений в их обмене для организма и экосистемы. В целом хороший ответ с одной грубой или 2-3 незначительными

Оценка	Критерии оценивания
	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. (41 - 50 баллов для портфолио)
хорошо	Знает основные концепции биохимии в отношении строения и функционирования белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, причины и последствия нарушений в их обмене для организма и экосистемы. 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. (31 - 40 баллов для портфолио)
удовлетворительно	В целом знает основные концепции биохимии в отношении строения и функционирования белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, имеет представление о причинах и последствиях нарушений в их обмене для организма и экосистемы. Ответ с ошибками в химических формулах и логике метаболических процессов, для ответа требуется значительная помощь преподавателя (21 - 30 баллов для портфолио)
неудовлетворительно	Не знает и не понимает основные концепции биохимии в отношении строения и функционирования белков, нуклеиновых кислот, углеводов, липидов, имеет неверное представление о причинах и последствиях нарушений в их обмене для организма и экосистемы. Ответ с многочисленными ошибками, не исправляемыми даже с помощью преподавателя. (1-20 баллов для портфолио)
плохо	Отказ от ответа (0 баллов для портфолио)

### 5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ОПК-1

Сумма баллов за 3 коллоквиума, 3 контрольные работы, 1 тест, 7 отчетов по лабораторным работам + баллы, полученные за ответ на контрольные вопросы на экзамене

#### Критерии оценивания (оценочное средство - Портфолио)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Общая сумма баллов для портфолио (с учетом баллов, полученных за ответ на контрольные вопросы на экзамене) более 96
отлично	Общая сумма баллов для портфолио 87 - 96
очень хорошо	Общая сумма баллов для портфолио 77 - 86

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	Общая сумма баллов для портфолио 62 - 76
удовлетворительно	Общая сумма баллов для портфолио 49 - 61
неудовлетворительно	Общая сумма баллов для портфолио 43 - 48
плохо	Общая сумма баллов для портфолио менее 43

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

Основная литература:

1. Конопатов Ю. В. Основы экологической биохимии / Конопатов Ю. В., Васильева С. В. - 3-е изд., стер. - Санкт-Петербург : Лань, 2022. - 136 с. - Допущено Министерством сельского хозяйства РФ в качестве учебного пособия для студентов вузов, обучающихся по ветеринарным и биологическим специальностям. - Книга из коллекции Лань - Ветеринария и сельское хозяйство. - ISBN 978-5-8114-2489-4., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=800417&idb=0>.
2. 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.
3. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т. 3. Пути передачи информации : монография / Нельсон Д.; Кокс М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 451 с. - ISBN 978-5-00101-866-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735492&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Экологическая биохимия : учебное пособие. - Воронеж : ВГУ, 2016. - 65 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ВГУ - Экология., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=751117&idb=0>.
2. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т. 1. Основы биохимии, строение и катализ : учебник / Нельсон Д.; Кокс М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 749 с. - ISBN 978-5-00101-864-3., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735485&idb=0>.
3. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера. Т. 2. Биоэнергетика и метаболизм : монография / Нельсон Д.; Кокс М. - Москва : Лаборатория знаний, 2020. - 691 с. - ISBN 978-5-00101-865-0., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735476&idb=0>.

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

<https://www.youtube.com/watch?v=emv0YTZKLWg>

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



Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими средствами обучения, компьютерами, специализированным оборудованием: биохимическая лаборатория, оснащенная вытяжным шкафом, водяной баней, весами, электрическими плитками, фотоэлектроколориметром, иономером, хроматографической камерой, холодильником, 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 по направлению подготовки/специальности 05.03.06 - Экология и природопользование.

Автор(ы): Стручкова Ирина Валерьевна, кандидат биологических наук, доцент.

Рецензент(ы): Балалаева Ирина Владимировна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 05.12.2023, протокол № 2.