

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

Биохимия

Уровень высшего образования
Бакалавриат

Направление подготовки / специальность
06.03.01 - Биология

Направленность образовательной программы
Биология (общий профиль)

Форма обучения
очная

г. Нижний Новгород

2023 год начала подготовки

1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.27 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-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 ОПК-2.2: Умеет: - осуществлять выбор методов, адекватных для решения исследовательской задачи; - выявлять связи физиологического состояния объекта с факторами окружающей среды ОПК-2.3: Владеет: - навыками применения экспериментальных методов для оценки состояния живых объектов	ОПК-2.1: 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 ОПК-2.2: Умеет выбирать методы, адекватные для решения биохимической исследовательской задачи; выявлять связи биохимических процессов живого объекта с факторами окружающей среды ОПК-2.3: Владеет навыками применения экспериментальных методов биохимии для оценки состояния живых объектов.	Коллоквиум Контрольная работа Тест	Зачёт: Портфолио Экзамен: Контрольные вопросы Портфолио
ПК-2: Способен проводить эксперименты, наблюдения, измерения по выбранной научной	ПК-2.1: Знает: - стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении полевых и	ПК-2.1: Знает стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении лабораторных	Отчет по лабораторным работам	Зачёт: Портфолио Экзамен:

тематике, эксплуатировать современную аппаратуру и оборудование для выполнения научно-исследовательских полевых и лабораторных биологических работ	лабораторных работ по выбранной научной тематике ПК-2.2: Умеет: - подбирать методики, эксплуатировать современное оборудование при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике ПК-2.3: Владеет: - методиками обработки материалов, имеет опыт использования современного оборудования при выполнении полевых и лабораторных работ по выбранной научной тематике	работ в области биохимии; ПК-2.2: Умеет использовать базовые биохимические методики, эксплуатировать современное оборудование при выполнении лабораторных работ в области биохимии ПК-2.3: Владеет методиками обработки экспериментальных данных, навыками составления отчетов об исследовании различных биохимических показателей, навыками изложения и различными формами представления экспериментальных данных.		Контрольные вопросы Портфолио
--	---	---	--	----------------------------------

3. Структура и содержание дисциплины

3.1 Трудоемкость дисциплины

	очная
Общая трудоемкость, з.е.	6
Часов по учебному плану	216
в том числе	
аудиторные занятия (контактная работа):	
- занятия лекционного типа	52
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	80
- КСР	3
самостоятельная работа	45
Промежуточная аттестация	36 Экзамен, Зачёт

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			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия лекционного типа	Занятия семинарского типа	Всего	

			(практические занятия/лабораторные работы), часы		
	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О	О Ф О
1. Введение. Общая биохимическая характеристика живых организмов	2	2	0	2	0
2. Аминокислоты. Пептиды. Белки.	36	10	16	26	10
3. Нуклеиновые кислоты. Синтез белка и его регуляция	32	10	12	22	10
4. Углеводы	28	6	12	18	10
5. Липиды	17	4	8	12	5
6. Биохимические взаимосвязи между организмами	31	10	16	26	5
7. Интеграция метаболизма, его регуляция при внутренних и внешних воздействиях	31	10	16	26	5
Аттестация	36				
КСР	3			3	
Итого	216	52	80	135	45

Содержание разделов и тем дисциплины

ВВЕДЕНИЕ. Общая биохимическая характеристика живых организмов

Биохимия как наука. Общие принципы организации метаболизма. Первичный и вторичный метаболизм.

АМИНОКИСЛОТЫ. ПЕПТИДЫ. БЕЛКИ

Аминокислоты. Строение, изомерия, диссоциация. Физические и химические свойства. Принципы классификации. Примеры.

Аминокислоты. Строение. Белковые и небелковые аминокислоты. Функции аминокислот в организме и в межорганизменных взаимодействиях. Примеры (с формулами и функциями конкретных аминокислот). Особенности синтеза, биологическая роль и формулы формилметионина, селеноцистеина, цианаланина, гамма-аминомасляной кислоты. Глутаминовая кислота: характеристика в соответствии с различными классификациями аминокислот. Функции в организме (предшественник в синтезах, нейромедиатор, др.). Общая характеристика, биологическая роль и классификация белков. Представители различных групп. Гемоглобин: его строение, функционирование. Гетерогенность гемоглобинов. Аномальные гемоглобины.

Свободные пептиды. Их функции, строение, представители, биологическая роль.

Уровни структурной организации белковой молекулы. Первичная структура белков (определение, связи, уметь писать пептидную цепочку). Характеристики пептидной связи. Вторичная и сверхвторичная структура белков. Домены. Третичная и четвертичная структуры белков. Фибриллярные и глобулярные белки. Роль четвертичной структуры в регуляции биологической активности белков.

Физико-химические свойства белков. Заряд. Оптические свойства. Денатурация. Ренатурация.

Принципы электрофореза в денатурирующих условиях.

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).

Три главных пути синтеза аминокислот. Семейства аминокислот по общности происхождения.

Основные этапы шикиматного пути.

Расщепление белков внутри и вне клетки. Расщепление при пищеварении у человека. Дезаминирование аминокислот.

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

Ферменты. Признаки сходства и различия с небелковыми катализаторами. Общие принципы строения, номенклатура и классификация ферментов, представители.

Ферменты, их строение. Функции белковой и небелковой частей ферментативной молекулы. Активный центр ферментов. Примеры коферментов. Причины высокой каталитической способности ферментов. Активность ферментов и ее связь со скоростью ферментативной реакции. Кинетика ферментативных реакций (зависимость скорости ферментативной реакции от времени, концентрации субстрата и фермента, температуры и pH. Константа Михаэлиса).

Ферменты. Активаторы и ингибиторы ферментов, типы обратимого ингибирования; активаторы и ингибиторы слюнной амилазы (вспомнить лабораторную работу). Аллостерические ферменты, их роль в регуляции метаболизма (на примере фосфофруктокиназы, пируваткиназы, протеинкиназы А или других ферментов, с указанием реакций, ими катализируемых).

Множественные молекулярные формы ферментов, изоферменты: понятие, роль в метаболизме.

Знакомство с базами данных, содержащих информацию о структуре и функциях белков, на примере "ENZYME - Enzyme nomenclature database"

Протеомика.

НУКЛЕИНОВЫЕ КИСЛОТЫ. СИНТЕЗ БЕЛКА И ЕГО РЕГУЛЯЦИЯ

Нуклеозиды, нуклеотиды и их производные. Роль свободных нуклеотидов. Строение и функционирование НАД⁺, ФМН, ФАД. Циклические нуклеотиды, примеры участия в регуляции метаболизма (катаболическая репрессия, адреналиновый каскад).

Отличия РНК от ДНК в строении и функциях. Аргументы в пользу более раннего возникновения РНК по сравнению с ДНК в процессе эволюции.

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.).

Сходство и различие в строении и функциях ДНК и РНК. Аргументы в пользу того, что РНК эволюционно древнее, чем ДНК.

Виды РНК: различия и сходство строения и функций, особенности синтеза разных типов РНК.

Строение и функции тРНК. Схема "рибозимного" происхождения тРНК в эволюции.

Строение рибосом про- и эукариот. Рибосомальные РНК (особенности первичной, вторичной, третичной структуры). Базовые представления об эволюции рибосомы. Рибозимная и шаперонная активности рибосом.

Понятие, примеры и функции некодирующих РНК. Функционирование сигналраспознающей частицы (SRP), роль РНК-ового компонента.

РНК-интерференция, ее механизм. Значение РНК-интерференции для живых организмов. Малые РНК (siRNA, miRNA).

Биосинтез ДНК (репликация). Репликация у прокариот. Условия протекания. Ферменты, субстраты, ход процесса. Фрагменты Оказаки. Ферменты, субстраты, ход процесса.

Биосинтез ДНК (репликация). Особенности репликации у эукариот. Теломеры. Теломераза: функции, роль РНК-ового компонента.

Транскрипция. Строение оперона и протекание транскрипции у прокариот. Строение транскриптона и особенности транскрипции у эукариот. Вспомогательные белки. Понятие процессинга.

Процессинг РНК как этап транскрипции. Аутосплайсинг. Сплайсосома. Участие U-РНК в сплайсинге.

Трансляция, ее основные этапы и условия протекания. Активация аминокислот и инициация трансляции. АРСазы. Энергетические затраты при активации аминокислот и инициации трансляции. Роль белковых факторов.

Трансляция, ее основные этапы и условия протекания. Элонгация и терминация в биосинтезе белка. Белковые факторы. Энергетические затраты.

Генетический код и его свойства. Механизм "правильного" считывания рибосомой "двусмысленных" кодонов (инициирующих, терминирующих).

Фолдинг белков. Шапероны и фолдазы. Функции, классификация и "разделение обязанностей"

шаперонов разных групп. Примеры шаперонов. Прионы как болезнетворные агенты.

Понятие шаперонов. Классификация шаперонов. Функционирование (на выбор) системы шаперона Hsp70 или GroEL

Посттрансляционная модификация белков (понятие, основные черты, назначение неслучайных модификаций). Виды ферментативных посттрансляционных модификаций (с примерами)

Регуляция биосинтеза белка на уровне транскрипции (индуцибельные и репрессируемые ферменты, катаболическая репрессия, роль сигма-субъединицы РНК-полимеразы, другие возможные механизмы).

Регуляция биосинтеза белка у эукариот – регуляция активности белковых факторов, энхансеры, сайленсеры, «тонкая» (групповая) регуляция сигнальными веществами (гормонами), регуляция на уровне процессинга. Регуляция через изменение числа генов.

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.

Геномика, транскриптомика, протеомика – общее представление о предмете, методах, задачах. Примеры применения. Логическая схема протеомного исследования. Задачи России в международной программе “Протеом человека”.

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.

УГЛЕВОДЫ

Углеводы. Строение, роль в живой природе. Классификация и номенклатура. Дисахариды. Два типа строения, свойства. Формулы и характеристика отдельных представителей.

Моносахариды: классификация и изомерия. Производные моносахаридов (амины, фосфаты, гликозиды). Сахарные кислоты.

Синтез ди- и полисахаридов. Роль НДФС, ферменты синтеза сахарозы и крахмала.

Основные пути взаимопревращений углеводов. НДФС, синтез, роль в обмене углеводов. Биосинтез ди- и полисахаридов. Взаимопревращение гексоз. Синтез пентоз.

Цикл Кальвина (темновая фаза фотосинтеза). Значение, внутриклеточная локализация, реакции, связь со световой фазой. Планетарное значение фотосинтеза.

Источники энергии для живых организмов. Понятия фото- и хемотрофов, гетеро- и автотрофов.

Макроэргические связи и соединения. Примеры участия макроэргических соединений в метаболизме.

Структура и работа НАД и ФАД. Дегидрогеназы – их роль в обмене углеводов, примеры.

Анаэробное дыхание. Гликолиз: клеточная локализация, значение, реакции, ферменты, энергетика процесса. Реакции субстратного фосфорилирования. Гликогенолиз.

Возможные пути превращений пировиноградной кислоты (ПВК) и их значение для организмов.

Брожение.

Пентозофосфатный путь, значение в обмене веществ.

Глюконеогенез. Реакции, ферменты, энергетические затраты.

Аэробное дыхание. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса), его роль в дыхательном обмене. ЦТК как “перекресток метаболизма”.

Окислительное фосфорилирование. Состав и работа цепи переноса электронов митохондрий (состав комплексов, роль убихинона, энергетическая лестница). Хемиосмотическая теория сопряжения.

Расщепление углеводов в процессе пищеварения. Углеводный гомеостаз и механизмы его регуляции у человека (регуляция постоянства содержания глюкозы в крови. Гормоны.). Роль печени.

ВИТАМИНЫ

Витамины: понятие, классификация, биологическая роль и биохимические механизмы действия (с примерами, формулами). Причины и последствия недостаточности витаминов.

Витаминоподобные вещества (инозит, липоевая кислота). Инозит как витаминоподобное вещество.

Инозитолсодержащие фосфолипиды и схема инозитолфосфатного пути регуляции метаболизма.

Витамины А, D, E, K, C, H, витамины группы B: строение, биохимическая роль, источники, картина

авитаминоза.

Витамины как кофакторы ферментов (с примерами катализируемых этими ферментами реакций).

ЛИПИДЫ

1. Липиды: общая характеристика, функции, классификация, строение липидов различных групп.

Представители (с формулами). Понятие эссенциальных жирных кислот, их значение для метаболизма.

2. Гликолипиды: классификация и функции.

3. Фосфолипиды. Классификация, представители. Роль фосфатидилинозитов и фосфатидилсерина в системах трансдукции сигнала. Воздействие на фосфолипиды фосфолипаз A1, A2, C, D. К какому классу ферментов относятся фосфолипазы?

4. Биосинтез жирных кислот и триацилглицеринов. Комплекс синтазы жирных кислот. Роль АПБ (ацилпереносящего белка).

5. Расщепление жиров при пищеварении, роль ферментов и неферментативного компонента.

Расщепление триацилглицеринов, пути метаболизации глицерина и жирных кислот. Энергетический выход β -окисления жирных кислот на примере пальмитиновой кислоты.

ИНТЕГРАЦИЯ МЕТАБОЛИЗМА, ЕГО РЕГУЛЯЦИЯ ПРИ ВНУТРЕННИХ И ВНЕШНИХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Метаболизм как целостная система. Интеграция метаболизма. Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот.

Водорастворимые вещества как первичные мессенджеры. Общая схема трансдукции сигнала.

Классификация систем трансдукции на основе типа рецепторов. Примеры регуляции с участием водорастворимых первичных мессенджеров. Трансдукция сигнала через мембранные рецепторы-ферменты (рецепторы гуанилатциклазы и тирозинкиназы).

Липофильные вещества в регуляции метаболизма. Механизм действия стероидных и тиреоидных гормонов.

БИОХИМИЧЕСКИЕ ВЗАИМОСВЯЗИ МЕЖДУ ОРГАНИЗМАМИ

Экологизация в современной биохимии. Функции химических веществ в экологических взаимодействиях. Примеры. Алломоны, кайромоны, синомоны. Аттрактанты, феромоны, аллелопатические соединения, вещества пропаганды. Роль вторичных метаболитов в межорганизменных взаимодействиях. Примеры вторичных метаболитов: гликозиды, терпены (формулы, функции).

Кворум сенсинг: понятие, механизм и смысл существования кворум-сенсинга в популяциях организмов и клеток. Кворум-сенсинг у грам-отрицательных бактерий на примере *Vibrio fischeri*. Регуляция *lux* оперона и формула ацилгомосеринлактона.

Кворум-сенсинг у грамположительных бактерий.

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.

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.

Кроме того, самостоятельная работа студентов включает подготовку к контрольным работам и 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”

1. Формулы 20 белковых (протеиногенных) аминокислот, а также β -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”

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”

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-ацетилнейраминная кислоты, альдаровые, альдоновые, альдурановые кислоты (на примере кислот - производных гексоз).

4. Стереои́зомерия сахаров (анамеры, эпимеры, энантиомеры, диастереомеры), D и L-формы сахаров, α- и β- 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”

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 β-окисления, ферменты, энергетика процесса). Роль карнитина. Уметь рассчитать энергетический выход (количество образовавшихся молекул АТФ) при β-окислении заданной жирной кислоты.

Вопросы для подготовки к контрольной работе “Витамины”

1. Определение понятия “витамины”, классификация витаминов.

2. 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.

Вопросы для подготовки к контрольной работе “Пути синтеза аминокислот.

Небелковые аминокислоты”

1. Формулы и биологические функции гомосерина, гомоцистеина, селеноцистеина, формилметионина, азетидин-2-карбоновой кислоты, 3,4-дигидроксифенилаланина, 5-гидрокситриптофана, β-цианоаланина, δ-аминолевулиновой кислоты, γ-карбоксиглутаминовой кислоты, гидроксипролина.

2. Реакции синтеза небелковых аминокислот (перечисленных в п.1)

3. Схемы взаимопревращений аминокислот семейств: α-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, β -аланина, оксипролина, цитруллина, а также основные пути синтеза аминокислот (прямое аминирование, амидирование, переаминирование).

Вопросы для подготовки к коллоквиумам

К коллоквиуму №1 Строение и классификация белков, ферменты

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

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

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 “Биохимические механизмы межорганизменных взаимосвязей”

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).

К коллоквиуму №5 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 сигналаспознающей 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 убиквитилирование.

13. Основные методы и стадии протеомного исследования. Базовые отличия протеомов прокариот и эукариот. Роль России в программе “Протеом человека”.

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-2:

1. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназа.
2. 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.
3. Трансляция. Условия протекания. Генетический код и его свойства. Стадия синтеза белка. Энергетические затраты. Фолдинг. Шапероны.
4. Протеомика как наука (предмет, методы, задачи).

Критерии оценивания (оценочное средство - Коллоквиум)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Показал полные, устойчивые знания биохимических основ функционирования живых систем, механизмов жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции, строения и функций основных классов соединений живого организма, базовых принципов и молекулярных механизмов в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов при рассмотрении вопросов коллоквиума, не требовалось помощи преподавателя при ответе, так и при выполнении заданий, оппонировании (10 баллов для Портфолио)
отлично	Показал полные, устойчивые знания биохимических основ функционирования живых систем, механизмов жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции, строения и функций основных классов соединений живого организма, базовых принципов и молекулярных механизмов в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов при рассмотрении вопросов коллоквиума, Имеются неточности в знаниях и оппонировании. ИЛИ: Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, но с неточностями. Оппонирование успешное, полное, самостоятельное (9 баллов для Портфолио)
очень хорошо	Показал 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 (8 баллов для Портфолио)
хорошо	Показал неполные знания биохимических основ функционирования живых систем, механизмов жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции, строения и функций основных классов соединений живого организма, базовых принципов и молекулярных механизмов в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов при рассмотрении вопросов коллоквиума, 1 грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя. (7 баллов для Портфолио)
удовлетворительно	Показал фрагментарные знания биохимических основ функционирования живых систем, механизмов жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции, строения и функций основных классов соединений живого организма, базовых принципов и молекулярных механизмов в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов при рассмотрении вопросов коллоквиума, много грубых ошибок при ответе, выполнении заданий, оппонировании (6 баллов для Портфолио)
неудовлетворительно	Не продемонстрировал знаний биохимических основ функционирования живых систем, механизмов жизнеобеспечения и гомеостатической регуляции, строения и функций основных классов соединений живого организма, базовых принципов и молекулярных механизмов в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов при рассмотрении вопросов коллоквиума, не умеет приводить примеры этих процессов, Не способен оппонировать при ответе других студентов в рамках данных вопросов. (0

Оценка	Критерии оценивания
	баллов для Портфолио)
плохо	Отказывается отвечать и оппонировать. (0 баллов для Портфолио)

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

1. Дайте определение понятия "витамины", перечислите признаки витаминов.
2. Витамин В6. Формула, основная биохимическая роль, признаки авитаминоза.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольная работа)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Правильно выполнено 100 % заданий (5,5 баллов для Портфолио)
отлично	Правильно выполнено 90% заданий (5 баллов для Портфолио)
очень хорошо	Правильно выполнено 80% заданий (4,5 баллов для Портфолио)
хорошо	Правильно выполнено 60-70 % заданий (4 баллов для Портфолио)
удовлетворительно	Правильно выполнено 50 % заданий (3 баллов для Портфолио)
неудовлетворительно	Правильно менее 50% заданий (0 баллов для Портфолио)
плохо	Отказ от выполнения (0 баллов для Портфолио)

5.1.3 Типовые задания (оценочное средство - Тест) 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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Тест)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Правильно выполнено 100 % заданий (5,5 баллов для Портфолио)
отлично	Правильно выполнено 90% заданий (5 баллов для Портфолио)
очень хорошо	Правильно выполнено 80% заданий (4,5 баллов для Портфолио)
хорошо	Правильно выполнено 60-70 % заданий (4 баллов для Портфолио)
удовлетворительно	Правильно выполнено 50 % заданий (3 баллов для Портфолио)
неудовлетворительно	Правильно менее 50% заданий (0 баллов для Портфолио)
плохо	Отказ от выполнения (0 баллов для Портфолио)

5.1.4 Типовые задания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам) для оценки сформированности компетенции ПК-2:

Требования к отчету: Все отчеты должны быть написаны по итогам выполненной студентом лабораторной работы. Он должен быть написан синей ручкой (графики нарисованы карандашом) и представлен в отдельной тетради для отчетов по биохимии. Должны быть приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. 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.

Критерии оценивания (оценочное средство - Отчет по лабораторным работам)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	Отчеты оформлены по итогам выполненной студентом лабораторной работы. Отчеты представлены в отдельной тетради для отчетов по биохимии, каждый отчет написан синей ручкой (графики нарисованы карандашом) . Приведены название работы, ее цель, принцип метода; словесно или графически представлен ход работы. Раздел “Результаты” включает первичные данные и их обработку в объеме, достаточном для подтверждения достижения

Оценка	Критерии оценивания
	цели работы и сделанных выводов. Если отчет написан по работе, включающей качественный анализ биомолекул, то он проиллюстрирован схемами необходимого оборудования (при использовании установок или приборов), и/или содержит словесное описание и/или изображение полученных результатов качественных реакций. Отчет по работе, посвященной количественному анализу, включает расчетные формулы, первичные данные (в том числе – калибровочную таблицу и калибровочный график), расчет требуемых величин по собственным первичным данным. Вывод в отчете развернутые, полностью соответствуют полученным результатам. Отчет по лабораторной работе сдан на проверку не позднее, чем на занятии, следующем за занятием, на котором выполнялась работа . В случае замечаний преподавателя по отчету - в отчет внесены изменения и отчет представлен преподавателю повторно не позднее чем на последнем занятии курса Биохимия. (5 баллов для Портфолио)
не зачтено	Отчеты не представлены в требуемые сроки ИЛИ как минимум один отчет написан по невыполненной лабораторной работе ИЛИ оформлен с нарушением требований, указанных для оценки "зачтено" (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 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 и. 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	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельным и	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без

			задания, но не в полном объеме	все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	объеме, но некоторые с недочетами	несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	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	превосходно	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
	отлично	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «отлично».
	очень хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «очень хорошо»
	хорошо	Все компетенции (части компетенций), на формирование которых направлена дисциплина, сформированы на уровне не ниже «хорошо».
	удовлетворительно	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	неудовлетворительно	Хотя бы одна компетенция сформирована на уровне «неудовлетворительно».
	плохо	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 - Портфолио) для оценки сформированности компетенций ОПК-2

Суммарное количество баллов для портфолио, набранное за тест, контрольные работы, коллоквиумы.

5.3.2 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Сумма баллов за сданные отчеты по лабораторным работам и отсутствие пропущенных и не отработанных лабораторных работ.

Критерии оценивания (оценочное средство - Портфолио)

Оценка	Критерии оценивания
зачтено	В портфолио студента включаются оценки, полученные студентом в течении семестра, выраженные в баллах для портфолио. Дополнительно ставится 5 баллов за отсутствие пропущенных и не отработанных лабораторных работ. Количество баллов для портфолио, набранных за семестр - не менее 28.
не зачтено	В портфолио студента включаются оценки, полученные студентом в течении семестра, выраженные в баллах для портфолио. Дополнительно ставится 5 баллов за отсутствие пропущенных и не отработанных лабораторных работ. Количество баллов для портфолио, набранных за семестр - 27 и менее.

5.3.3 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

Суммарное количество баллов для портфолио, набранное за контрольные работы, коллоквиумы и ответ на экзаменационные вопросы.

5.3.4 Типовые задания (оценочное средство - Портфолио) для оценки сформированности компетенции ПК-2

Сумма баллов за сданные отчеты по лабораторным работам и отсутствие пропущенных и не отработанных лабораторных работ.

Критерии оценивания (оценочное средство - Портфолио)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	Суммарно за оба задания портфолио набрано 169-175 баллов
отлично	Суммарно за оба задания портфолио набрано 156-168 баллов
очень хорошо	Суммарно за оба задания портфолио набрано 146-155 баллов
хорошо	Суммарно за оба задания портфолио набрано 136-145 баллов
удовлетворительно	Суммарно за оба задания портфолио набрано 116-135 баллов
неудовлетворительно	Суммарно за оба задания портфолио набрано 106-115 баллов
плохо	Суммарно за оба задания портфолио набрано 0-105 баллов

Оценка	Критерии оценивания

5.3.5 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ОПК-2

1. Аэробное дыхание. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса), его роль в дыхательном обмене. ЦТК как “перекресток метаболизма”.
2. РНК-интерференция, ее механизм. Значение РНК-интерференции для живых организмов.
3. Углеводы. Строение, роль в живой природе. Классификация и номенклатура. Дисахариды. Два типа строения, свойства. Формулы и характеристика отдельных представителей.
4. Биосинтез ДНК (репликация). Репликация у прокариот. Условия протекания. Ферменты, субстраты, ход процесса. Фрагменты Оказаки. Особенности репликации у эукариот. Теломеры. Теломераза: функции, роль РНКового компонента.
5. Моносахариды: классификация и изомерия. Производные моносахаридов (амины, фосфаты, гликозиды). Сахарные кислоты.

5.3.6 Типовые задания (оценочное средство - Контрольные вопросы) для оценки сформированности компетенции ПК-2

1. Общая схема и методики протеомного исследования.
2. Активность ферментов, способы ее определения (на примере слюнной амилазы).
3. Заряд белковой молекулы. Принципы проведения электрофореза белков в денатурирующих условиях.

Критерии оценивания (оценочное средство - Контрольные вопросы)

Оценка	Критерии оценивания
превосходно	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, выявляет связи биохимических процессов живого объекта с факторами окружающей среды. Знает стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении лабораторных работ в области биохимии; 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, выявляет связи биохимических процессов живого объекта с факторами окружающей среды. Знает

Оценка	Критерии оценивания
	стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении лабораторных работ в области биохимии; 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. (69-70 баллов для Портфолио)
отлично	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. Умеет выявлять связи биохимических процессов живого объекта с факторами окружающей среды. Знает стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении лабораторных работ в области биохимии; 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. (63-68 баллов для Портфолио)
очень хорошо	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. Умеет выявлять связи биохимических процессов живого объекта с факторами окружающей среды. Знает стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении лабораторных работ в области биохимии; 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. (57-62 баллов для Портфолио)

Оценка	Критерии оценивания
хорошо	В основном 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. Умеет выявлять связи биохимических процессов живого объекта с факторами окружающей среды с помощью преподавателя. В целом знает стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении лабораторных работ в области биохимии. 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. (49-56 баллов для Портфолио)
удовлетворительно	Непрочно и не во всех аспектах 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. С трудом и значительной помощью преподавателя умеет выявлять связи биохимических процессов живого объекта с факторами окружающей среды с помощью преподавателя. Слабо знает стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении лабораторных работ в области биохимии. Ответ с ошибками в химических формулах, метаболические процессы описаны только словесно. (43-48 баллов для Портфолио)
неудовлетворительно	Не знает и не понимает 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. Ошибается при выявлении связей биохимических процессов живого объекта с факторами окружающей среды даже при помощи преподавателя. Не знает стандартные методики и правила эксплуатации оборудования при проведении лабораторных работ в области биохимии. (10-42 баллов для Портфолио)
плохо	Отказывается отвечать (0-9 баллов для Портфолио)

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 И. В. Регуляция биосинтеза белка : учебно-методическое пособие / Стручкова И. В., Брилкина А. А., Веселов А. П. - Нижний Новгород : ННГУ им. Н. И. Лобачевского, 2010. - 100 с. - Библиогр.: доступна в карточке книги, на сайте ЭБС Лань. - Книга из коллекции ННГУ им. Н. И. Лобачевского - Медицина., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=730249&idb=0>.
3. 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>.
4. 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>.
5. 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>.
6. 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>.

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>.

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

не используется

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: вытяжной шкаф, водяная баня, технические и электрические весы, фотоэлектроколориметр, иономер (в том числе - с нитратным ионселективным электродом), комплекс оборудования для проведения электрофореза, хроматографическая камера, холодильник, центрифуга, система обратных холодильников, необходимый комплект 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 06.03.01 - Биология.

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 06.09.2022, протокол № 1.