

MINISTRY OF SCIENCE AND HIGHER EDUCATION OF THE RUSSIAN FEDERATION

**Federal State Autonomous Educational Institution of Higher Education  
«National Research Lobachevsky State University of Nizhny Novgorod»**

Институт клинической медицины

---

УТВЕРЖДЕНО

решением президиума Ученого совета ННГУ

протокол № 1 от 16.01.2024 г.

**Working programme of the discipline**

General biochemistry

---

Higher education level

Specialist degree

---

Area of study / speciality

31.05.01 - General Medicine

---

Focus /specialization of the study programme

General Medicine

---

Mode of study

full-time

---

Nizhny Novgorod

Year of commencement of studies 2024

## 1. Место дисциплины в структуре ОПОП

Дисциплина Б1.О.24 Общая биохимия относится к обязательной части образовательной программы.

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

Формируемые компетенции (код, содержание компетенции)	Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), в соответствии с индикатором достижения компетенции		Наименование оценочного средства	
	Индикатор достижения компетенции (код, содержание индикатора)	Результаты обучения по дисциплине	Для текущего контроля успеваемости	Для промежуточной аттестации
ОПК-10: Способен понимать принципы работы современных информационных технологий и использовать их для решения задач профессиональной деятельности	ОПК-10.1: составляет и планирует решение стандартных профессиональных задач ОПК-10.2: использует информационные, библиографические ресурсы, медико-биологическую терминологию, информационно-коммуникационные технологии ОПК-10.3: Знает и учитывает основные требования информационной безопасности	ОПК-10.1: Знает информационные, библиографические ресурсы, медико-биологическую терминологию, информационно-коммуникационные технологии  ОПК-10.2: Умеет составлять и планировать решение стандартных профессиональных задач с использованием современных информационных технологий  ОПК-10.3: Владеет знаниями и учитывает основные требования информационной безопасности	Задания	Зачёт: Задания  Экзамен: Контрольные вопросы
ОПК-5: Способен оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач	ОПК-5.1: Готов применить алгоритм клинико-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач ОПК-5.2: Оценивает морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для интерпретации	ОПК-5.1: Знает морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в организме человека для решения профессиональных задач  ОПК-5.2: Уметь оценивать морфофункциональные, физиологические состояния и патологические процессы в	Кolloквиум Контрольная работа Опрос Ситуационные задания	Экзамен: Контрольные вопросы  Зачёт: Отчет по лабораторным работам

	результатов клинико-лабораторной, инструментальной и функциональной диагностики при решении профессиональных задач ОПК-5.3: Знает принципы функционирования систем органов.	организме человека для решения профессиональных задач  ОПК-5.3: Владеет навыками проведения биохимического анализа для оценки физиологических состояний и патологических процессов в организме человека, способностью оценки функционирования и физического развития организма, данных диспансеризации различных контингентов и периодических медицинских осмотров для решения профессиональных задач		
--	--	--	--	--

### 3. Структура и содержание дисциплины

#### 3.1 Трудоемкость дисциплины

	<b>очная</b>
<b>Общая трудоемкость, з.е.</b>	<b>6</b>
<b>Часов по учебному плану</b>	<b>216</b>
в том числе	
<b>аудиторные занятия (контактная работа):</b>	
- занятия лекционного типа	<b>60</b>
- занятия семинарского типа (практические занятия / лабораторные работы)	<b>76</b>
- КСР	<b>3</b>
<b>самостоятельная работа</b>	<b>41</b>
<b>Промежуточная аттестация</b>	<b>36</b> <b>Экзамен, Зачёт</b>

#### 3.2. Содержание дисциплины

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

Наименование разделов и тем дисциплины	Всего (часы)	в том числе			Самостоятельная работа обучающегося, часы
		Контактная работа (работа во взаимодействии с преподавателем), часы из них			
		Занятия	Занятия	Всего	

		лекционного типа	семинарского типа (практические занятия/ лабора- торные работы), часы		
	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0	0 Ф 0
Тема 1. Введение в биохимию. Аминокислоты.	8	2	4	6	2
Тема 2. Белки и пептиды.	10	4	4	8	2
Тема 3. Обмен белков и аминокислот в организме человека.	10	4	4	8	2
Тема 4. Катаболизм аминокислот.	7	2	3	5	2
Тема 5. Ферменты.	10	4	4	8	2
Тема 6. Нуклеиновые кислоты. Нуклеотиды, их роль, цАМФ. Строение нуклеиновых кислот.	7	2	3	5	2
Тема 7. Обмен нуклеиновых кислот в организме человека. Синтез и распад нуклеотидов.	8	2	4	6	2
Тема 8. Общие представления о синтезе белка и его этапах. Репликация. Принципы, условия протекания, ход процесса у про- и эукариот.	9	4	3	7	2
Тема 9. Транскрипция: принципы, условия протекания, ход процесса. Процессинг.	9	4	3	7	2
Тема 10. Трансляция: принципы, условия протекания, ход процесса. Генетический код. Посттрансляционные модификации. Фолдинг. Регуляция биосинтеза белка.	7	2	3	5	2
Тема 11. Углеводы. Функции, классификация, строение и свойства. Изомерия моносахаридов. Фосфаты сахаров и НДФС. Макроэргические соединения.	6	2	3	5	1
Тема 12. Обмен углеводов в организме человека. Расщепление углеводов в ЖКТ. Гликолиз. Глюконеогенез как процесс, обратный гликолизу.	8	2	4	6	2
Тема 13. Цикл Кребса. Окислительное фосфорилирование. Строение и работа ЦПЭ. Механизмы сопряжения. Свободное окисление	7	2	3	5	2
Тема 14. Пентозофосфатный путь. Синтез сахарозы и других дисахаридов. Роль НДФС. Синтез полисахаридов (крахмал, гликоген). Реакции гликогенолиза.	7	2	3	5	2
Тема 15. Липиды. Строение, классификация. Обмен липидов в организме человека. Расщепление в ЖКТ. Транспорт липидов. Обмен липопротеинов.	6	2	3	5	1
Тема 16. Катаболизм жирных кислот и синтез жирных кислот. Основные этапы метаболизма холестерина, роль холестерина в атерогенезе. Основные аспекты метаболизма фосфолипидов и сфинголипидов	7	2	3	5	2
Тема 17. Интеграция метаболизма. Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов.	7	2	3	5	2
Тема 18. Основные механизмы регуляции метаболизма. Рецепция и трансдукция сигналов	7	2	3	5	2
Тема 19. Витамины	7	2	4	6	1
Тема 20. Биохимия крови. Гемоглобины: виды, основные этапы синтеза и распада гема, гемоглобинопатии, порфирии.	9	4	3	7	2
Тема 21. Белки и низкомолекулярные органические метаболиты крови. Основы медицинской энзимологии. Неорганические компоненты крови.	9	3	4	7	2
Тема 22. Биохимия печени. Обезвреживание токсических соединений в печени.	7	3	3	6	1
Тема 23. Онкогенез	5	2	2	4	1
Аттестация	36				
КСР	3			3	

Итого	216	60	76	139	41
-------	-----	----	----	-----	----

### Contents of sections and topics of the discipline

1. Введение. Роль биохимии в решении проблем медицины, промышленности, экологии. Элементный состав и общие принципы биохимии клетки. Аминокислоты. Функции, строение. Протеиногенные (белковые) и небелковые, заменимые и незаменимые аминокислоты. Изомерия аминокислот. Физико-химические свойства (диссоциация) аминокислот. Принципы классификации аминокислот.
2. Общая характеристика, биологическая роль и строение белков. Физико-химические свойства белков. Заряд. Оптические свойства. Денатурация. Ренатурация. Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура молекулы белка. Пептидная связь и ее особенности. Методы расшифровки первичной структуры и основные полученные результаты. Вторичная структура и формирующие ее связи. Сверхвторичная структура, домены. Третичная структура и формирующие ее связи. Фибриллярные и глобулярные белки, примеры. Четвертичная структуры белков. Роль четвертичной структуры в регуляции биологической активности белков на примере гемоглобина. Свободные пептиды. Их функции, строение, представители, биологическая роль. Синтез пептидов. Классификация белков. Простые белки: классификация, характеристика групп, представители. Сложные белки: фосфопротеины, металлопротеины, липопротеины, гликопротеины, хромопротеины. Строение и свойства гемоглобина. Миоглобин. Другие хромопротеины (цитохромы).
3. Обмен белков и аминокислот в организме человека. Расщепление белков в ЖКТ, всасывание аминокислот. Синтез аминокислот, семейства аминокислот по механизму синтеза.
4. Катаболизм аминокислот. Основные пути дезаминирования. Декарбоксилирование аминокислот, биогенные амины. Реакции трансаминирования (переаминирования). Конечные продукты азотного обмена (обмена аминокислот): аммиак и кетокислоты. Механизмы детоксикации аммиака. Биосинтез мочевины (орнитиновый цикл) у человека.
5. Ферменты. Сходство и различия с небиологическими катализаторами. Общие принципы строения. Функции белковой и небелковой частей ферментативной молекулы. Номенклатура и классификация ферментов, представители. Активность ферментов, единицы ферментативной активности. Механизм ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций. Действие pH и температуры. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата (уравнения Михаэлиса-Ментен, Лайнуивера-Берка). Константа Михаэлиса. Регуляция активности ферментов. Активаторы и ингибиторы. Типы ингибирования. Аллостерические ферменты. Множественные молекулярные формы ферментов и изоферменты. Зимогены.
6. Нуклеотиды как мономеры ДНК и РНК. Строение и биологические функции. Азотистые основания нуклеиновых кислот. Свободные нуклеотиды: АТФ, ГТФ, циклические нуклеотиды, строение и биологическая роль. ДНК. Нуклеотидный состав. Первичная структура и ее особенности у эукариот. Вторичная структура ДНК (модель Уотсона и Крика). Третичная структура ДНК. Организация хроматина у эукариот. РНК: строение и функции мРНК, тРНК, рРНК.
7. Основные этапы синтеза нуклеотидов пуриновых и пиримидиновых. Конечные продукты катаболизма нуклеотидов. Примеры нарушений обмена нуклеотидов: гиперурикемия и подагра, оротацидурия.
8. Общие принципы репликации ДНК. Репликация у прокариот. Особенности репликации у эукариот. Роль теломераз.
9. Биосинтез РНК - транскрипция. Общие принципы. Транскрипция у прокариот. Особенности транскрипции у эукариот: процессинг, сплайсинг (рибозимы в сплайсинге), альтернативный сплайсинг.
10. Биосинтез белка (трансляция) у прокариот и эукариот. Активация аминокислот при биосинтезе белков. Основные этапы биосинтеза белка на рибосоме. Генетический код и его свойства. Понятие фолдинга белков. Регуляция экспрессии генов. Регуляция биосинтеза белка на стадии транскрипции у прокариот (схема Жакоба и Моно). Понятие индукции и репрессии. Регуляция экспрессии генов у эукариот на различных этапах реализации генетической информации.
11. Моносахариды: строение, классификация, представители, распространение, биологическая роль.

Изомерия и химические свойства моносахаридов. Олигосахариды. Строение и функции отдельных дисахаридов. Восстанавливающие и невосстанавливающие углеводы. Крахмал и гликоген. Строение, распространение, биологическая роль. Другие полисахариды.

12. Расщепление углеводов в процессе пищеварения. Глюкозный гомеостаз, механизмы поддержания нормогликемии. Роль гормонов. Причины и последствия гипогликемии и гипергликемии. Реакции гликолиза. Макроэргические соединения. Субстратное фосфорилирование. Энергетический выход гликолиза. Глюконеогенез. Основные реакции, регуляция, локализация в клетке. Цикл Кори.

13. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса): химизм, энергетика, роль в метаболизме. Суммарный энергетический баланс расщепления глюкозы в реакциях гликолиза и ЦТК. Окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь (ЦПЭ): строение и функционирование. Участки сопряжения в дыхательной цепи. Хемосмотическая теория сопряжения окисления с фосфорилированием.

14. Биосинтез олиго- и полисахаридов: роль НДФС. Реакции синтеза гликогена. Гликогенолиз: реакции, ферменты, биологическая роль. Пентозомонофосфатный путь. Химизм, тканевая и клеточная локализация, биологическая роль.

15. Липиды: общая характеристика, классификация, биологическая роль. Жиры и фосфолипиды. Строение, свойства, биологическая роль. Сфинголипиды, основные классы и представители, строение, биологическая роль. Воска, стерины и стероиды, терпены: строение, функции, представители.

16. Расщепление жиров, фосфолипидов, эфиров холестерина в пищеварительном тракте. Роль ферментов и желчных кислот. Всасывание продуктов расщепления липидов. Схема реакций ресинтеза липидов в клетках кишечника. Стеатореи, причины. Транспорт липидов в организме человека.

Метаболизм и роль ХМ, ЛПОИП, ЛПНП и ЛПВП. Анаболизм липидов: реакции синтеза жирных кислот на примере пальмитиновой кислоты. Ферменты синтеза ненасыщенных жирных кислот. Катаболизм жиров в тканях.  $\beta$ -окисление жирных кислот. Энергетический баланс. Примеры  $\alpha$ - и  $\omega$ -окисления жирных кислот. Основные этапы синтеза жиров и фосфолипидов. Распад липидов и фосфолипидов в тканях, внутриклеточные липазы и фосфолипазы. Реакции кетогенеза. Основные пути использования и выведения кетонных тел. Кетонемия, кетонурия, кетоацидоз.

17-18. Основные принципы регуляции метаболизма. Ключевые ферменты в метаболических процессах, основные механизмы изменения их активности. Внешние сигнальные молекулы. Аутокринные, паракринные и эндокринные механизмы регуляции. Гормоны в регуляции метаболизма. Основные типы рецепторов и путей трансдукции гормонального сигнала. Каскадный механизм активации ферментов. Интеграция метаболизма. Взаимосвязь обмена липидов, углеводов, белков, нуклеиновых кислот.

Примеры.

19. Витамины, их биологическая роль. Классификация и номенклатура. Жирорастворимые витамины: А, Д, Е, К. Биохимические механизмы участия в обмене веществ, картины недостаточности и избыточности, суточные нормы и основные источники. Водорастворимые витамины: В1, В2, В3 (РР) В5, В6, Вс, В12, С, Р, Н, Инзит. Биохимические механизмы участия в обмене веществ, картины недостаточности и избыточности, суточные нормы и основные источники.

20-21. Обмен гемопотеинов (на примере гемоглобина). Метаболизм гема: этапы синтеза и катаболизма, продукты распада - свободный и конъюгированный билирубин. Биохимия крови: белки и основные белковые фракции плазмы крови; ферменты плазмы крови в норме и при патологиях тканей и органов; небелковые органические компоненты плазмы крови, неорганические вещества плазмы крови.

22. Основные этапы биотрансформации ксенобиотиков в печени. Основные этапы детоксикации этанола в печени.

23. Канцерогенез: роль протоонкогенов и антионкогенов в возникновении и развитии злокачественных опухолей; биохимические атипизмы злокачественных опухолей; молекулярная диагностика злокачественных опухолей.

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

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

Самостоятельная работа по освоению материала проводится к каждому практическому занятию с привлечением конспектов лекций, знаний, полученных на практических занятиях, основной и дополнительной литературы по всем темам курса. Самостоятельная работа студентов включает подготовку к опросам, к контрольным работам, к коллоквиумам, ситуационным заданиям и контрольным вопросам к экзамену. Самостоятельная работа включает написание отчета по каждой из проделанных лабораторных работ.

Polovinkina, E. GENERAL BIOCHEMISTRY. PRACTICE GUIDE FOR STUDENTS DENTISTS: study guide/ E.O. Polovinkina, S.V. Trofimova, M.N. Ageyeva. – Nizhny Novgorod: UNN Publishing, 2022. – 25 p.

## **5. Assessment tools for ongoing monitoring of learning progress and interim certification in the discipline (module)**

### **5.1 Model assignments required for assessment of learning outcomes during the ongoing monitoring of learning progress with the criteria for their assessment:**

#### **5.1.1 Model assignments (assessment tool - Assignments) to assess the development of the competency ОПК-10:**

Весенний семестр.

1. В БД ExplorEnz (<http://www.enzyme-database.org/>) найдите информацию о строении, биологической роли трансаминаз, кислой и щелочной фосфатаз, креатинкиназы, ЛДГ. Укажите возможности использования этих ферментов в клинической практике.
2. Оцените возможности использования базы данных о нуклеиновых кислотах (БД DNA - GenBank <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/genbank/statistics>, БД RNA - <http://rnacentral.org/>) в клинической практике,
3. Изучите реакций гликолиза и глюконеогенеза с помощью KEGG

#### **Assessment criteria (assessment tool — Assignments)**

Grade	Assessment criteria
outstanding	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.
excellent	Знание и умение с минимальными ошибками при ответе, выполнении заданий.
very good	Знание в целом успешное, но требующее направляющих вопросов и помощи преподавателя.
good	Не более 1 грубой и 1 - небольшой ошибки при ответе, выполнении заданий.
satisfactory	Фрагментарные знания, умения, не более 2 грубых и нескольких небольших ошибок

Grade	Assessment criteria
	при ответе, выполнении заданий. Ошибки исправлены после направляющих вопросов и помощи преподавателя.
unsatisfactory	Фрагментарные знания, умения, две и более грубых и нескольких небольших ошибок при ответе, выполнении заданий.
poor	Отказывается отвечать, выполнять задания.

### 5.1.2 Model assignments (assessment tool - Colloquium) to assess the development of the competency ОПК-5:

#### Осенний семестр.

Вопросы для подготовки к коллоквиуму № 1

«Аминокислоты. Пептиды, Белки, строение и классификация. 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.
4. Вторичная и сверхвторичная структуры белков. Домены.
5. Третичная и четвертичная структуры белков. Фибриллярные и глобулярные белки.
6. Основные принципы выделения и фракционирования белков. Денатурация белков и факторы, ее вызывающие.
7. Цикл азота в биосфере. Фиксация и первичная ассимиляция азота. Нитрогеназный комплекс. Пути образования нитратов и нитритов. Нитраты в пище человека (потенциальные источники, токсическое воздействие на организм).
8. Протеолиз. Роль лизосом и протеасом в протеолизе. Убиквитин и убиквитилирование. Расщепление белков в ЖКТ.
9. Пути биосинтеза аминокислот.
10. Трансаминирование, декарбоксилирование, дезаминирование аминокислот. Конечные продукты азотного обмена, орнитинный цикл.
11. Ферменты. Признаки сходства и различия с небиологическими катализаторами. Общие принципы строения, номенклатура и классификация ферментов, представители. Функции белковой и небелковой частей ферментативной молекулы. Активный центр ферментов. Примеры коферментов.
12. Активность ферментов и ее связь со скоростью ферментативной реакции. Единицы ферментативной активности. Кинетика ферментативных реакций (зависимость скорости ферментативной реакции от концентрации субстрата, температуры и pH). Константа Михаэлиса.
13. Активаторы и ингибиторы ферментов, типы ингибирования; активаторы и ингибиторы слюнной амилазы.



14. Аллостерические ферменты, их роль в регуляции метаболизма Множественные молекулярные формы ферментов, изоферменты: понятие, роль в метаболизме.
15. Использование ферментов в медицине.

**Весенний семестр.**

### **Вопросы к коллоквиуму №5**

#### **«Интеграция и Регуляция метаболизма»**

1. Интеграция обмена веществ. Взаимосвязь обмена белков, углеводов, липидов, нуклеиновых кислот (2-3 примера реакций, иллюстрирующих связь обменов белков и нуклеиновых кислот, липидов и углеводов, углеводов и белков, липидов и белков)
2. Основные группы первичных сигнальных молекул (мессенджеров), представление об аутокринных, паракринных и эндокринных эффектах первичных мессенджеров.
3. Передача сигнала от гидрофобных и гидрофильных молекул при участии внутриклеточных и мембранных рецепторов:
  - а) трансдукция (механизмы передачи) сигнала стероидных и тироидных гормонов через внутриклеточные рецепторы;
  - б) передача сигнала через мембранные рецепторы, сопряженные с G-белками, - при участии аденилатциклазы (адреналинового каскада) и инозитол-фосфатной системы вторичных мессенджеров;
  - в) передача сигнала через мембранные рецепторы с внутриклеточным каталитическим доменом (рецепторные гуанилатциклазы и тирозинкиназы).

#### **Assessment criteria (assessment tool — Colloquium)**

Grade	Assessment criteria
outstanding	Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение применить теоретические знания, свободное владение информацией источников основной литературы. Полно иллюстрирует ответ химическими формулами, схемами реакций и метаболических путей, приводит собственные примеры. Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, успешное, самостоятельное.
excellent	Знание и умение полное и устойчивое, систематическое, успешное, самостоятельное. Имеются небольшие ошибки в ответах.
very good	Знание и умение с небольшими пробелами, мало ошибок при ответе. Эти пробелы и ошибки полностью устраняются после указания на них со стороны преподавателя.

Grade	Assessment criteria
good	Неполное знание, 1 грубая или несколько небольших ошибок, в целом успешное, но не систематическое умение, требующее направляющих вопросов и помощи преподавателя.
satisfactory	Фрагментарные знания, умения, много грубых ошибок при ответе.
unsatisfactory	Единичные минимальные знания, недостаточные для положительной оценки.
poor	Не знает, не умеет.

### 5.1.3 Model assignments (assessment tool - Control work) to assess the development of the competency ОПК-5:

#### Осенний семестр.

Пример заданий контрольной работы № 2 «Обмен аминокислот»

1. Напишите реакции синтеза глутаминовой кислоты, аланина и аспарагина (путем прямого восстановительного аминирования, амидирования или трансаминирования).
2. Перечислите, какие аминокислоты могут синтезироваться в организме человека.
3. Напишите реакции дезаминирования глутамата и аланина (или валина, серина) в организме человека.
4. Запишите реакцию синтеза ГАМК (реакцию декарбоксилирования глутамата).

#### Весенний семестр.

Пример заданий контрольной работы № 5 «Строение липидов»

1. Напишите формулу фосфатидилсерина, содержащего пальмитиновую и арахидоновую кислоты.
2. К какой группе (классу) и подгруппе липидов относится соединение, состав молекулы которого соответствует схеме:
3. Напишите ТАГ, жирные кислоты в котором представлены линолевой кислотой. Дайте систематическое название получившегося соединения

### Assessment criteria (assessment tool — Control work)

Grade	Assessment criteria
outstanding	100 % правильно выполненных заданий контрольной работы

Grade	Assessment criteria
excellent	91-99 % правильно выполненных заданий контрольной работы
very good	76-90 % правильно выполненных заданий контрольной работы
good	61-75% правильно выполненных заданий контрольной работы
satisfactory	50-60% правильно выполненных заданий контрольной работы
unsatisfactory	менее 50 % правильно выполненных заданий контрольной работы
poor	менее 25% правильно выполненных заданий контрольной работы

#### **5.1.4 Model assignments (assessment tool - Interview) to assess the development of the competency ОПК-5:**

##### **Осенний семестр.**

1. Структура и классификация аминокислот.
2. Свойства аминокислот.
3. Пептиды. Биологическая роль свободных пептидов. Первичная структура белка.
4. Вторичная структура белков.
5. Типы вторичной структуры пептидной цепи. Супервторичные структуры (домены).
6. Третичная структура белка.
7. Четвертичная структура белков.
8. Биологические функции белков.

##### **Весенний семестр.**

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

## 9. Энергический баланс обмена липидов.

### Assessment criteria (assessment tool — Interview)

Grade	Assessment criteria
outstanding	Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение применить теоретические знания, свободное владение информацией источников основной литературы. Полно иллюстрирует ответ химическими формулами, схемами реакций и метаболических путей, приводит собственные примеры.
excellent	Знание и умение с минимальными ошибками при ответе
very good	Знание в целом успешное, но требующее направляющих вопросов и помощи оппонента и/или преподавателя.
good	Не более 1 грубой и 1 - небольшой ошибки при ответе.
satisfactory	Фрагментарные знания, умения, не более 2 грубых и нескольких небольших ошибок при ответе. Ошибки исправлены после направляющих вопросов и помощи преподавателя.
unsatisfactory	Фрагментарные знания, умения, две и более грубых и нескольких небольших ошибок при ответе.
poor	Отказывается отвечать, выполнять задания.

### 5.1.5 Model assignments (assessment tool - Situational tasks) to assess the development of the competency ОПК-5:

#### Осенний семестр.

1. Основной запасной гомополисахарид организма содержится в большинстве клеток, но наибольшее количество находится в гепато-и миоцитах. Объясните роль гликогена в этих клетках. Для этого:

- а) перечислите основные свойства гликогена как запасного энергетического материала;
- б) изобразите схематически строение гликогена, назовите связи между остатками глюкозы;
- в) напишите схему мобилизации гликогена в печени и мышцах, укажите ферменты.

#### Весенний семестр.

2. Диеты, рекомендуемые при лечебном голодании, обеспечивают ускорение гидролиза жира в жировой ткани. Одним из продуктов гидролиза является глицерол, который поступает в кровь и

транспортируется в печень. Какое значение это имеет для сохранения уровня глюкозы в крови в норме при голодании? Для ответа на вопрос:

а) напишите реакции превращения глицерола в глицерол-3-фосфат и окисления глицерол-3-фосфата;

б) представьте метаболический путь, обеспечивающий при голодании синтез глюкозы из продукта окисления глицерол-3-фосфата, отметьте ферменты

### Assessment criteria (assessment tool — Situational tasks)

Grade	Assessment criteria
outstanding	Обучающимся дан правильный ответ на вопрос задания. Объяснение хода ее решения подробное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями (в т.ч. из лекционного курса), с необходимым схематическими изображениями, химическими формулами и демонстрациями практических умений, с правильным и свободным владением терминологией; ответы на дополнительные вопросы верные, четкие.
excellent	Обучающимся дан правильный ответ на вопрос задания. Объяснение хода ее решения верное, последовательное, грамотное, с теоретическими обоснованиями (в т.ч. из лекционного курса), с необходимым схематическими изображениями, химическими формулами и демонстрациями практических умений, с правильным и свободным владением терминологией; ответы на дополнительные вопросы верные, четкие. Допускаются небольшие погрешности в ответе.
very good	Обучающимся дан правильный ответ на вопрос задания. Объяснение хода ее решения подробное, логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании (в т.ч. из лекционного материала), в схематических изображениях, химическими формулами и демонстрациях практических действий, ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно четкие.
good	Обучающимся дан правильный ответ на вопрос задания. Объяснение хода ее решения подробное, но недостаточно логичное, с единичными ошибками в деталях, некоторыми затруднениями в теоретическом обосновании (в т.ч. из лекционного материала), в схематических изображениях, химическими формулами и демонстрациях практических действий, ответы на дополнительные вопросы верные, но недостаточно четкие.
satisfactory	Обучающимся дан правильный ответ на вопрос задания. Объяснение хода ее решения недостаточно полное, непоследовательное, с ошибками, слабым теоретическим обоснованием (в т.ч. лекционным материалом), со значительными затруднениями и ошибками в схематических изображениях, химических формулах и демонстрацией практических умений, ответы на дополнительные вопросы недостаточно четкие, с ошибками в деталях.
unsatisfactory	Обучающимся дан неправильный ответ на вопрос задания. Объяснение хода ее решения дано неполное, непоследовательное, с грубыми ошибками, без теоретического обоснования (в т.ч. лекционным материалом), без умения схематических изображений, химических формул и демонстраций практических умений или с большим количеством ошибок, ответы на дополнительные вопросы неправильные или отсутствуют.

Grade	Assessment criteria
poor	Подготовка абсолютно недостаточная. Студент не отвечает на поставленные вопросы.

## 5.2. Description of scales for assessing learning outcomes in the discipline during interim certification

### Шкала оценивания сформированности компетенций

Уровень сформированности компетенций (индикатора достижения компетенций)	плохо	неудовлетворительно	удовлетворительно	хорошо	очень хорошо	отлично	превосходно
	не зачтено			зачтено			
<u>Знания</u>	Отсутствие знаний теоретического материала. Невозможность оценить полноту знаний вследствие отказа обучающегося от ответа	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки	Минимально допустимый уровень знаний. Допущено много негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько несущественных ошибок	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Ошибок нет.	Уровень знаний в объеме, превышающем программу подготовки.
<u>Умения</u>	Отсутствие минимальных умений. Невозможность оценить наличие умений вследствие отказа обучающегося от ответа	При решении стандартных задач не продемонстрированы основные умения. Имели место грубые ошибки	Продemonстрированы основные умения. Решены типовые задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания, но не в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с негрубыми ошибками. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания в полном объеме, но некоторые с недочетами.	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи с отдельными несущественными недочетами, выполнены все задания в полном объеме	Продemonстрированы все основные умения. Решены все основные задачи. Выполнены все задания, в полном объеме без недочетов
<u>Навыки</u>	Отсутствие 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 некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач с некоторыми недочетами	Продemonстрированы базовые навыки при решении стандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрированы навыки при решении нестандартных задач без ошибок и недочетов	Продemonстрирован творческий подход к решению нестандартных задач

### Scale of assessment for interim certification

Grade		Assessment criteria
pass	outstanding	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "outstanding", the knowledge and skills for the relevant competencies have been demonstrated at a level higher than the one set out in the programme.
	excellent	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "excellent",
	very good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "very good",
	good	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "good",
	satisfactory	All the competencies (parts of competencies) to be developed within the discipline have been developed at a level no lower than "satisfactory", with at least one competency developed at the "satisfactory" level.
fail	unsatisfactory	At least one competency has been developed at the "unsatisfactory" level.
	poor	At least one competency has been developed at the "poor" level.

### 5.3 Model control assignments or other materials required to assess learning outcomes during the interim certification with the criteria for their assessment:

#### 5.3.1 Model assignments (assessment tool - Assignments) to assess the development of the competency ОПК-10

##### Осенний семестр.

1. Мутация, приводящая к замене аминокислоты глутамат на валин в положении 6  $\beta$ -цепей гемоглобина, вызывает тяжелое наследственное заболевание - серповидноклеточную анемию, при котором снижается поступление  $O_2$  в ткани. Эритроциты людей с таким заболеванием имеют форму серпа. Объясните молекулярные механизмы возникновения указанного заболевания. Для этого:

а) дайте определение понятию «первичная структура белка»;

б) охарактеризуйте все уровни пространственной организации гемоглобина;

в) напишите формулы аминокислот, находящихся в положении 6 гемоглобина А (норма) и гемоглобина S (патология), и опишите их свойства;

г) объясните, как повлияет валин на свойства и функцию молекулы гемоглобина.

2.

В N-концевом фрагменте β-цепи гемоглобина Мет-Вал-Гис-Иле-Три-Про-Глу- произошла замена глутамата на валин. Как изменится суммарный отрицательный заряд N-концевого фрагмента β-цепи гемоглобина? Для ответа:

- а) опишите все уровни структурной организации гемоглобина;
- б) приведите формулы аминокислот, которые определяют отрицательный заряд белка;
- в) охарактеризуйте радикал аминокислоты валин и ответьте на вопрос задачи.

3.

В большинстве соматических клеток после завершения репликации хромосом 5'-концы дочерних цепей ДНК недостроены, так как после удаления праймеров эти фрагменты оказываются недореплицированными. В эмбриональных клетках этого не наблюдается. Как осуществляется восстановление 5'-концов дочерних цепей ДНК в быстро делящихся клетках? Для ответа:

- а) опишите строение фермента, ответственного за достройку 5'-концов цепей ДНК этих клеток, и механизм его функционирования;
- б) объясните, почему ДНК-полимеразы β не могут достроить 5'-концы дочерних цепей ДНК;
- в) укажите, почему укорочение дочерних цепей не опасно для большинства клеток человека.

#### Assessment criteria (assessment tool — Assignments)

Grade	Assessment criteria
pass	Уровень знаний в объеме, соответствующем программе подготовки. Допущено несколько негрубых ошибок
fail	Уровень знаний ниже минимальных требований. Имели место грубые ошибки.

#### 5.3.2 Model assignments (assessment tool - Control questions) to assess the development of the competency ОПК-10

1. Web-ресурсы для исследования белков. Базы данных белков
2. Геном человека и 4 П медицина. Методологии секвенирования генома человека. Геномные браузеры для анализа нуклеотидных последовательностей.
3. Базы научных данных в онкологии (The Cancer Genome Atlas и др.).
4. Базы данных о строении РНК (GenBank, RNACentral).
5. Молекулярные биологические сети.

#### 5.3.3 Model assignments (assessment tool - Control questions) to assess the development of the competency ОПК-5



1. Введение. Биохимия, ее основные разделы и задачи. Общая биохимическая характеристика живых организмов. Общие принципы организации метаболизма. Элементный состав живого. Роль воды и минеральных веществ.
2. Аминокислоты. Функции, строение. Протеиногенные (белковые) и небелковые, заменимые и незаменимые аминокислоты. Изомерия аминокислот. Физико-химические свойства (диссоциация) аминокислот. Принципы классификации аминокислот.
3. Основные пути биосинтеза аминокислот. Семейства аминокислот по общности происхождения. Примеры реакций синтеза заменимых аминокислот.
4. Катаболизм аминокислот. Основные пути дезаминирования. Декарбоксилирование аминокислот, биогенные амины. Реакции трансаминирования (переаминирования).
5. Конечные продукты азотного обмена (обмена аминокислот): аммиак и кетокислоты. Механизмы детоксикации аммиака. Биосинтез мочевины (орнитиновый цикл) у человека.
6. Общая характеристика, биологическая роль и строение белков. Физико-химические свойства белков. Заряд. Оптические свойства. Денатурация. Ренатурация.
7. Уровни организации белковой молекулы. Первичная структура молекулы белка. Пептидная связь и ее особенности. Методы расшифровки первичной структуры и основные полученные результаты.
8. Вторичная структура и формирующие ее связи. Сверхвторичная структура, домены.
9. Третичная структура и формирующие ее связи. Фибриллярные и глобулярные белки, примеры.
10. Четвертичная структуры белков. Роль четвертичной структуры в регуляции биологической активности белков на примере гемоглобина.
11. Свободные пептиды. Их функции, строение, представители, биологическая роль.
12. Классификация белков. Простые белки: классификация, характеристика групп, представители. Сложные белки: фосфопротеины, металлопротеины, липопротеины, гликопротеины.
13. Сложные белки: хромопротеины. Строение и свойства гемоглобина. Миоглобин. Другие хромопротеины (цитохромы).
14. Ферменты. Сходство и различия с небиологическими катализаторами. Общие принципы строения. Функции белковой и небелковой частей ферментативной молекулы. Номенклатура и классификация ферментов, представители.
15. Активность ферментов, единицы ферментативной активности. Механизм ферментативного катализа. Кинетика ферментативных реакций. Действие pH и температуры. Зависимость скорости реакции от концентрации субстрата (уравнения Михаэлиса-Ментен, Лайнуивера-Берка). Константа Михаэлиса.
16. Регуляция активности ферментов. Активаторы и ингибиторы. Типы ингибирования. Аллостерические ферменты. Множественные молекулярные формы ферментов и изoenzymy. Зимогены.
17. Витамины, их биологическая роль. Классификация и номенклатура. Жирорастворимые витамины: А, Д, Е, К. Биохимические механизмы участия в обмене веществ, картины недостаточности и избыточности, суточные нормы и основные источники.
18. Водорастворимые витамины: В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub> (РР), В<sub>5</sub>, В<sub>6</sub>, В<sub>с</sub>, В<sub>12</sub>, С, Р, Н, Инзит. Биохимические механизмы участия в обмене веществ, картины недостаточности и избыточности, суточные нормы и основные источники.
19. Нуклеотиды как мономеры ДНК и РНК. Строение и биологические функции. Азотистые основания нуклеиновых кислот. Свободные нуклеотиды: АТФ, ГТФ, циклические нуклеотиды, строение и биологическая роль.
20. ДНК. Нуклеотидный состав. Первичная структура и ее особенности у эукариот. Вторичная структура ДНК (модель Уотсона и Крика).
21. Третичная структура ДНК. Организация хроматина у эукариот.
22. РНК: строение и функции мРНК, тРНК, рРНК.

23. Общие принципы репликации ДНК. Репликация у прокариот. Особенности репликации у эукариот. Роль теломераз.
24. Биосинтез РНК - транскрипция. Общие принципы. Транскрипция у прокариот. Особенности транскрипции у эукариот: процессинг, сплайсинг (рибозимы в сплайсинге), альтернативный сплайсинг.
25. Биосинтез белка (трансляция) у прокариот и эукариот. Активация аминокислот при биосинтезе белков. Основные этапы биосинтеза белка на рибосоме. Генетический код и его свойства. Понятие фолдинга белков.
26. Регуляция экспрессии генов. Регуляция биосинтеза белка на стадии транскрипции у прокариот (схема Жакоба и Моно). Понятие индукции и репрессии.
27. Регуляция экспрессии генов у эукариот на различных этапах реализации генетической информации.
28. Основные этапы синтеза нуклеотидов. Конечные продукты катаболизма нуклеотидов.
29. Белки в питании, их расщепление в пищеварительном тракте.
30. Моносахариды: строение, классификация, представители, распространение, биологическая роль. Изомерия и химические свойства моносахаридов.
31. Олигосахариды. Строение и функции отдельных дисахаридов. Восстанавливающие и невосстанавливающие углеводы.
32. Крахмал и гликоген. Строение, распространение, биологическая роль. Другие полисахариды.
33. Биосинтез олиго- и полисахаридов: роль НДФС. Реакции синтеза гликогена.
34. Гликогенолиз: реакции, ферменты, биологическая роль.
35. Реакции гликолиза. Макроэргические соединения. Субстратное фосфорилирование. Энергетический выход. Связь гликолиза с брожениями.
36. Цикл трикарбоновых кислот (цикл Кребса): химизм, энергетика, роль в метаболизме. Суммарный энергетический баланс расщепления глюкозы в реакциях гликолиза и ЦТК.
37. Окислительное фосфорилирование. Дыхательная цепь (ЦПЭ): строение и функционирование. Участки сопряжения в дыхательной цепи. Хемосмотическая теория сопряжения окисления с фосфорилированием.
38. Пентозомонофосфатный путь. Химизм, тканевая и клеточная локализация, биологическая роль.
39. Глюконеогенез. Основные реакции, регуляция, локализация в клетке. Цикл Кори.
40. Расщепление углеводов в процессе пищеварения. Глюкозный гомеостаз и механизмы его поддержания. Роль гормонов. Причины и последствия гипогликемии и гипергликемии.
41. Липиды: общая характеристика, классификация, биологическая роль.
42. Жиры и фосфолипиды. Строение, свойства, биологическая роль.
43. Сфинголипиды, основные классы и представители, строение, биологическая роль. Воска, стерины и стероиды, терпены: строение, функции, представители.
44. Анаболизм липидов: реакции синтеза жирных кислот на примере пальмитиновой кислоты. Ферменты синтеза ненасыщенных жирных кислот.
45. Катаболизм жиров в тканях.  $\beta$  - окисление жирных кислот. Энергетический баланс. Примеры  $\alpha$ - и  $\omega$ - окисления жирных кислот.
46. Расщепление жиров, фосфолипидов, эфиров холестерина в пищеварительном тракте. Роль ферментов и желчных кислот. Всасывание продуктов расщепления липидов. Схема реакций ресинтеза липидов в клетках кишечника.
47. Транспорт липидов в организме человека. Метаболизм и роль ХМ, ЛПОНП, ЛПНП и ЛПВП.
48. Основные этапы синтеза жиров и фосфолипидов. Внутриклеточные липазы и фосфолипазы.
49. Реакции кетогенеза. Основные пути использования и выведения кетонных тел. Кетонемия, кетонурия, кетоацидоз.
50. Основные принципы регуляции метаболизма. Ключевые ферменты в метаболических процессах, основные механизмы изменения их активности. Внешние сигнальные молекулы: аутокринные,

паракринные и эндокринные механизмы регуляции. Эйкозаноиды как примеры паракринных регуляторов. Этапы синтеза (ферменты), биологическая роль.

51. Гормоны в регуляции метаболизма. Основные типы рецепторов и путей трансдукции гормонального сигнала. Каскадный механизм активации ферментов.
52. Гормоны гипоталамуса, гипофиза, щитовидной железы, паращитовидных желез, поджелудочной железы, надпочечников, половых желез: основные биохимические эффекты.
53. Интеграция метаболизма. Взаимосвязь обмена липидов, углеводов, белков, нуклеиновых кислот. Примеры.
54. Обмен гемопротеинов (на примере гемоглобина). Метаболизм гема: этапы синтеза и катаболизма, продукты распада - свободный и конъюгированный билирубин.
55. Биохимия крови: метаболизм эритроцитов, транспорт газов эритроцитами. Основные белковые фракции плазмы крови.
56. Биохимия крови: ферменты плазмы крови в норме и при патологиях тканей и органов.
57. Биохимия крови: небелковые органические компоненты плазмы крови, неорганические вещества плазмы крови.
58. Биохимия соединительной ткани: основные компоненты межклеточного матрикса соединительной ткани: белки, гликозаминогликаны, протеоглики. Адгезивные белки межклеточного матрикса.
59. Основные этапы биотрансформации ксенобиотиков в печени.
60. Основные этапы детоксикации этанола в печени.
61. Канцерогенез: роль протоонкогенов и антионкогенов в возникновении и развитии злокачественных опухолей.
62. Канцерогенез: биохимические атипизмы злокачественных опухолей.
63. Канцерогенез: молекулярная диагностика злокачественных опухолей.

### Assessment criteria (assessment tool — Control questions)

Grade	Assessment criteria
outstanding	Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. Полный развернутый ответ, демонстрирующий системные знания, умение применить теоретические знания, свободное владение информацией источников основной литературы. Полно иллюстрирует ответ химическими формулами, схемами реакций и метаболических путей, приводит собственные примеры.
excellent	Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. В целом полный ответ, демонстрирующий системные знания, с некоторыми неточностями, умение применить теоретические знания, владение информацией основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей.
very good	Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. В целом хороший ответ с одной грубой или 2-3 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя правильно и развернуто сформулировать ответ. Владение главной информацией

Grade	Assessment criteria
	основной литературы. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей с небольшими неточностями.
good	Знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми или 3-4 незначительными ошибками. Умение с наводящими вопросами преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ. Иллюстрация ответа химическими формулами, схемами метаболических путей с неточностями и негрубыми ошибками.
satisfactory	В основном знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и главные молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. В целом положительный ответ с 1-2 грубыми и 3-4 незначительными ошибками. Умение со значительной помощью преподавателя схематично, но правильно сформулировать ответ.
unsatisfactory	Недостаточно знает и понимает строение и функции основных классов соединений живого организма, базовые принципы и главные молекулярные механизмы в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов. Ответ с 3 и более грубыми ошибками, много неточностей, знания несистематические. Отсутствие правильного ответа даже при значительной помощи преподавателя.
poor	Не знает и не понимает строения и функций основных классов соединений живого организма, не знает базовых принципов и главных молекулярных механизмов в организации и регуляции жизнедеятельности биологических объектов.

### 5.3.4 Model assignments (assessment tool - Report on laboratory works) to assess the development of the competency ОПК-5

#### Осенний семестр.

1. Техника безопасности и правила работы в биохимической лаборатории. Качественные реакции на белки и аминокислоты. Провести качественные реакции на аминокислоты и белки (биуретовая реакция, ксантопротеиновая реакция, нингидриновая реакция, реакция Фоля, реакции осаждения белков), определить в растворе -“задаче” присутствие белков, пептидов, свободных аминокислот, а также установить некоторые особенности строения боковых радикалов или расположения аминогруппы в присутствующих аминокислотах.
2. Количественное определение белка методом Лоури (с применением ФЭКа или спектрофотометра). Провести количественное определение белка по методу Лоури, установить содержание белка в растворах – «задачах». Проанализировать полученные результаты
3. Определение активности амилазы слюны, влияние на нее pH и ингибиторов-активаторов
4. Качественные реакции на нуклеотиды.

## Весенний семестр.

4. Качественные реакции на углеводы.
5. Определение содержания общего белка и альбумина с помощью диагностических наборов.
6. Качественные реакции на витамины.
7. Определение содержания холестерина и триглицеридов с помощью диагностических наборов. Количественное определение глюкозы.

### Assessment criteria (assessment tool — Report on laboratory works)

Grade	Assessment criteria
pass	Отчеты оформлены согласно требованиям, сданы на проверку не позднее, чем в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Внесены все исправления согласно замечаниям преподавателя (возможно на последнем занятии)
fail	Отчеты оформлены не по требованиям либо не подготовлены и не сданы в день последнего занятия (семинарского или лабораторного) в семестре. Не исправлены ошибки, не проработаны замечания преподавателя. Отчеты за пропущенные и не отработанные студентом лабораторные работы к проверке не допускаются.

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

Основная литература:

1. Essential Biochemistry for Medical Students with Problem-Solving Exercises : учебник. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - . - ISBN 978-5-9704-5650-7., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735638&idb=0>.

Дополнительная литература:

1. Nelson David L. Lehninger Principles of Biochemistry = Principles of Biochemistry. - New York : Macmillan Learning, 2021. - XXXIII, 1096, 36, 21, 48, 3 p. : ill. - ISBN 978-1-319-38149-3 : 10175.40., 5 экз.
2. Glukhov A.I. Biochemistry with exercises and tasks : монография / Glukhov A.I.; Garin V.V. - Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. - 296 с. - ISBN 978-5-9704-5317-9., <https://e-lib.unn.ru/MegaPro/UserEntry?Action=FindDocs&ids=735411&idb=0>.

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

не требуется

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

Учебные аудитории для проведения учебных занятий, предусмотренных образовательной программой, оснащены мультимедийным оборудованием (проектор, экран), техническими

средствами обучения, специализированным оборудованием: лабораторная мебель, водяная баня-термостат, стерилизатор сухожаровой, центрифуга, лабораторные весы, фотоэлектрический фотометр.

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 ФГОС ВО по направлению подготовки/специальности 31.05.01 - General Medicine.

Author(s): Трофимова Светлана Владимировна, кандидат биологических наук.

Заведующий кафедрой: Брилкина Анна Александровна, кандидат биологических наук.

Программа одобрена на заседании методической комиссии от 4.12.2023, протокол № 5.