



МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ»  
(ФГБНУ «ИЭМ»)

УТВЕРЖДАЮ



И.о. директора ФГБНУ «ИЭМ»

*С.Б. Шевченко*  
«*14*» *мая* 2023 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА ДИСЦИПЛИНЫ  
«БИОХИМИЯ»**

<i>Группа научных специальностей</i>	1.5. Биологические науки
<i>Научная специальность</i>	1.5.4. Биохимия
<i>Форма обучения</i>	очная
<i>Срок освоения</i>	4 года
<i>Трудовоемкость (в зачетных единицах/ в академических часах)</i>	8/288

Санкт-Петербург  
2023

Рабочая программа дисциплины «Биохимия» составлена в соответствии с Федеральными государственными требованиями к структуре программ подготовки научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре (адъюнктуре), условиям их реализации, срокам освоения этих программ с учетом различных форм обучения, образовательных технологий и особенностей отдельных категорий аспирантов (адъюнктов), утвержденными приказом Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 г. № 951.

#### **Составители**

Научно-педагогические работники ФГБНУ «ИЭМ»:

Васильев В.Б., д.м.н., профессор;

Денисенко А.Д., д.м.н., профессор;

Соколов А.В., д.б.н.;

Танянский Д.А., д.м.н., доцент.

Рабочая программа дисциплины одобрена на заседании Ученого совета ФГБНУ «ИЭМ» «27» апреля 2023 года, протокол № 2023-04

## 1. Цель и задачи освоения дисциплины

Цель: формирование у аспирантов углубленных знаний в области биохимии, изучение теоретических и методологических основ научной специальности, широкой фундаментальной подготовки в современных направлениях биологических наук.

Задачи:

1. Углубленное изучение фундаментальных представлений о сущности биохимических процессов, происходящих в организме на молекулярном и клеточном уровнях.
2. Овладение навыками лабораторных методов исследования с использованием различных экспериментальных моделей и современного оборудования.
3. Формирование умений и навыков самостоятельной научно-исследовательской и научно-педагогической деятельности.
4. Совершенствование профессиональной подготовки по научной специальности.

## 2. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Биохимия» относится к Блоку 2.1. «Дисциплины (модули)» Образовательного компонента программы аспирантуры и реализуется в 1-7 семестрах. Дисциплина является специальной дисциплиной по научной специальности 1.5.4. Биохимия и направлена на подготовку к сдаче кандидатского экзамена.

## 3. Требования к результатам освоения дисциплины

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

**Знать:**

- задачи современной биохимии и основные понятия структурной и функциональной организации всех уровней организации клетки; системы биохимического метаболизма, биохимические цепи и циклы, протекающие в живых организмах, регуляцию этих процессов; главные химические компоненты клетки, пространственную структуру биополимеров и роль нековалентных взаимодействий в биологических системах; методы количественного анализа природных соединений; роль ферментов, классы ферментативных реакций, кинетику ферментативных реакций, коферменты и простетические группы, процессы, приводящие к синтезу макроэргических соединений, все биоэнергетические процессы - гликолиз, окислительное фосфорилирование др.
- методы научно-исследовательской деятельности; принципы анализа и обобщения результатов исследований, современные методы исследования и статистической обработки данных; основные источники научной информации и требования к представлению информационных материалов;
- современное состояние проблемы исследования; современные методы решения научных задач в области биохимии, в том числе с использованием междисциплинарных подходов; современные методы сбора и обработки информации в изучаемой и смежных областях; методы оценки качества полученных результатов.

**Уметь:**

- работать на спектрофотометрах, спектрофлуориметрах, центрифугах и другом лабораторном оборудовании, используемом в биохимических исследованиях;
- составлять план работы по заданной теме; проводить информационный поиск; использовать современные методы решения поставленных задач; проводить статистический анализ данных с применением информационных технологий;
- самостоятельно планировать исследования в области биохимии, находить современные методические подходы для решения поставленных задач, разрабатывать новые методы исследования.

**Иметь навык:**

- работы на спектрофотометрах, спектрофлуориметрах, центрифугах и другом лабораторном оборудовании, используемом в биохимических исследованиях;
- анализа полученных данных при проведении биохимических расчетов;
- владения методологией планирования и проведения научных исследований в области биохимии с целью получения новых научных данных, имеющих фундаментальное и прикладное значение.

**4. Структура и содержание дисциплины****4.1. Трудоемкость дисциплины и виды учебной работы**

Вид учебной работы	Трудоемкость (акад. час.)	Семестр						
		1	2	3	4	5	6	7
<b>Контактная работа (учебные занятия)</b>	<b>126</b>	<b>18</b>						
Лекции (Л)	70	10	10	10	10	10	10	10
Практические занятия (ПЗ)	56	8	8	8	8	8	8	8
<b>Самостоятельная работа (СР)</b>	<b>126</b>	<b>18</b>						
<b>Промежуточная аттестация по дисциплине: зачет/ кандидатский экзамен</b>	<b>36 кандидат. экзамен</b>	зачет						
<b>Общая трудоемкость: академических часов/ зачетных единиц</b>	<b>288/8</b>							

**4.2. Разделы дисциплины и виды занятий**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Л	ПЗ	СР	Всего часов
1.	Введение в биохимию	4	-	6	10
2.	Методы исследования в биохимии	4	4	10	18
3.	Строение, свойства и функции белков	6	8	10	24
4.	Энзимология	4	4	10	18
5.	Обмен аминокислот	6	4	10	20
6.	Нуклеиновые кислоты и биосинтез белка	6	8	10	24
7.	Структурная организация и функционирование клеточных мембран	6	4	10	20
8.	Энергетический обмен	6	4	10	20
9.	Обмен углеводов	6	4	10	20
10.	Обмен липидов	6	4	10	20
11.	Обмен нуклеотидов	6	4	10	20
12.	Обмен минеральных веществ	4	4	10	18
13.	Гормональная регуляция обмена веществ	6	4	10	20
<b>Всего</b>		<b>70</b>	<b>56</b>	<b>126</b>	<b>252</b>

**4.3. Содержание дисциплины**

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Содержание раздела дисциплины
1.	Введение в биохимию	Предмет, цели и задачи биохимии. Возникновение и развитие представлений о химических основах жизнедеятельности. Фундаментальные аспекты биохимии. Нобелевские премии по биохимии. Современное состояние науки биохимии.

2.	Методы исследования в биохимии	Методы классической биохимии. Современные методы биохимического анализа. Методы выделения и очистки биологических молекул, в том числе белков и нуклеиновых кислот. Хроматография. Электрофорез. Спектрофотометрия. Методы фракционирования биологического материала. Центрифугирование. Элементарный анализ в биохимии.
3.	Строение, свойства и функции белков	Строение, свойства и классификация аминокислот. Методы обнаружения и анализа аминокислот. Пептидная связь. Строение и свойства пептидов. Биологически важные пептиды. Классификация и представители важнейших классов белков. Биологические функции белков в клетке. Структурная организация молекулы белка: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Доменная структура белков. Конформационная лабильность белков. Денатурация белков. Фолдинг белков и роль шаперонов. Болезни, связанные с нарушением фолдинга белков. Методы изучения структуры белков. Функционирования белков. Активный центр белка и избирательность его связывания с лигандом. Сродство активного центра к лиганду и способы его оценки. Физико-химические свойства белков и методы их выделения, очистки и анализа.
4.	Энзимология	Особенности строения, классификация, номенклатура и биологическая роль ферментов. Витамины, их классификация. Биологическая роль витаминов. Жирорастворимые витамины А, D, Е, К, особенности их строения и молекулярные механизмы действия. Водорастворимые витамины, основные представители, их биологическая роль. Никотиновая кислота как структурная основа коферментов НАД и НАДФ. Роль металлов и функционирование ферментов. Теория ферментативного катализа. Мультисубстратные реакции. Кинетика ферментативных реакций. Регуляция активности ферментов: действие ингибиторов и активаторов.
5.	Обмен аминокислот	Тканевой обмен аминокислот. Транспорт аминокислот в клетки. Биологическая роль аминокислот в клетке. Реакция синтеза аминокислот - восстановительное аминирование и трансаминирование. Реакция распада аминокислот. Окислительное и неокислительное дезаминирование аминокислот. Непрямое дезаминирование аминокислот. Биологическая роль и важнейшие реакции трансаминирования в клетке. Катаболизм безазотистых остатков аминокислот. Реакции декарбоксилирования аминокислот. Биогенные амины. Инактивация биогенных аминов. Обмен серосодержащих аминокислот. Метаболизм фенилаланина и тирозина. Обмен аммиака.
6.	Нуклеиновые кислоты и биосинтез белка	Структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды. АТФ и макроэргические связи. Биологическая роль нуклеотидов и нуклеиновых кислот. Молекулярные механизмы репликаций и принципы возникновения мутаций. Система антимуtagenной защиты. Ростовые факторы. Транскрипция, молекулярные механизмы процесса. Регуляция транскрипции. Процессинг и-РНК. Молекулярные механизмы активации аминокислот. Посттранскрипционная регуляция. Биосинтез белка. Процесс трансляции. Посттрансляционная модификация полипептидной цепи. Ингибиторы матричных биосинтезов. Регуляция экспрессии генов. Организация генома человека. Механизмы генетической изменчивости.
7.	Структурная организация и	Биологические мембраны, строение клеточных мембран. Особенности химического состава биологических мембран.

	функционирование клеточных мембран	Модельные системы клеточных мембран. Транспорт веществ через мембраны. Факторы, определяющие скорость проникновения веществ через клеточные мембраны. Жидкостно-мозаичная модель структуры мембран. Роль мембран в метаболизме и их разнообразие.
8.	Энергетический обмен	Биологическое окисление. Высокоэнергетические фосфаты. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал. Первичные акцепторы водорода. Цепь переноса электронов от НАД-Н и ФАД-Нг на кислород. Окислительное фосфорилирование АДФ. Транспорт АДФ и АТФ через мембраны митохондрий. Разобщение дыхания и фосфорилирования. Образование токсических форм кислорода в цепи переноса электронов. Антиоксидантная система клеток. Цикл трикарбоновых кислот: основные реакции, биологическая роль, регуляция, ингибиторы.
9.	Обмен углеводов	Структура, классификация, изомерия и биологическая роль углеводов. Важнейшие моносахариды, дисахариды и полисахариды. Основные метаболические пути превращения углеводов. Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Нарушение переваривания и всасывания углеводов. Механизмы трансмембранного переноса глюкозы и других моносахаридов в клетки. Метаболизм моносахаридов и его нарушения. Обмен гликогена. Глюконеогенез и его биологическая роль. Регуляция гликолиза и глюконеогенеза в печени.
10.	Обмен липидов	Классификация липидов, их биологическая роль. Простые и сложные липиды. Строение и классификация фосфолипидов и сфинголипидов. Гликолипиды. Стероиды, их строение и биологическая роль. Основные метаболические пути липидов. Особенности переваривания и всасывания липидов в желудочно-кишечном тракте. Роль желчных кислот. Мицеллообразование. Нарушения переваривания и всасывания липидов в кишечнике. Тканевой обмен липидов. Бета-окисление жирных кислот. Синтез высших жирных кислот. Клеточные механизмы регуляции синтеза и окисления высших жирных кислот. Эйкозаноиды - классификация, синтез, биологическая роль. Ингибиторы синтеза эйкозаноидов. Перекисное окисление липидов и его роль в повреждении клеток. Синтез и катаболизм фосфо- и сфинголипидов). Обмен холестерина: синтез холестерина, механизмы регуляции внутриклеточного содержания холестерина. Биологическая роль холестерина. Пути выведения холестерина из организма. Синтез желчных кислот.
11.	Обмен нуклеотидов	Синтез и катаболизм пуриновых нуклеотидов. Нарушение обмена пуриновых нуклеотидов. Заболевания, связанные с нарушением обмена пуриновых нуклеотидов. Мочевая кислота как конечный продукт распада пуриновых нуклеотидов. Синтез и катаболизм пиримидиновых нуклеотидов. Нарушение обмена пиримидиновых нуклеотидов. Заболевания, связанные с нарушением обмена пиримидиновых нуклеотидов. Синтез дезоксирибонуклеотидов. Восстановление рибонуклеотидов до дезоксирибонуклеотидов.
12.	Обмен минеральных веществ	Минеральные вещества: макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы. Роль $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{P}^{3+}$ и других минеральных веществ в организме. Регуляция минерального обмена. Количественное определение $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{P}^{3+}$ в биологических жидкостях (кровь и моча). Нарушения минерального обмена.
13.	Гормональная регуляция обмена	Гормоны, определение, их физиологическое значение. Структура гормонов. Механизмы действия гормонов. Рецепторы

веществ	гормональной регуляции. Молекулы - посредники действия гормонов на клеточном уровне. Стероидные гормоны. Гормоны гипоталамуса и гипофиза Гормоны поджелудочной железы Гормоноподобные молекулы, цитокины.
---------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

### Тематический план лекций

№ п/п	Название тем лекций	Трудоемкость (акад. час.)
1.	История развития биохимии. Современное состояние науки биохимии.	4
2.	Методы классической биохимии. Современные методы биохимического анализа.	4
3.	Строение и свойства аминокислот, пептидов, белков.	6
4.	Особенности строения, классификация, номенклатура и биологическая роль ферментов.	4
5.	Тканевой обмен аминокислот. Транспорт аминокислот в клетки. Биологическая роль аминокислот в клетке.	6
6.	Структура нуклеиновых кислот. Нуклеотиды. Биологическая роль нуклеотидов и нуклеиновых кислот.	6
7.	Биологические мембраны, строение клеточных мембран. Роль мембран в метаболизме и их разнообразие.	6
8.	Биологическое окисление. Окислительно-восстановительные реакции. Окислительно-восстановительный потенциал.	6
9.	Структура, классификация, изомерия и биологическая роль углеводов. Основные метаболические пути превращения углеводов.	6
10.	Классификация липидов, их биологическая роль. Тканевой обмен липидов.	6
11.	Синтез и катаболизм пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов. Синтез дезоксирибонуклеотидов.	6
12.	Минеральные вещества: макроэлементы, микроэлементы и ультрамикроэлементы.	4
13.	Гормоны, определение, их физиологическое значение. Структура гормонов. Механизмы действия гормонов.	6
<b>Всего</b>		<b>70</b>

### Тематический план практических занятий

№ п/п	Название тем практических занятий	Трудоемкость (акад. час.)
1.	Методы выделения и очистки биологических молекул, в том числе белков и нуклеиновых кислот. Хроматография. Электрофорез. Спектрофотометрия. Методы фракционирования биологического материала. Центрифугирование. Элементарный анализ в биохимии.	4
2.	Классификация и представители важнейших классов белков. Биологические функции белков в клетке. Структурная организация молекулы белка: первичная, вторичная, третичная и четвертичная структуры. Доменная структура белков. Конформационная лабильность белков. Денатурация белков.	4
3.	Фолдинг белков и роль шаперонов. Болезни, связанные с нарушением фолдинга белков. Активный центр белка и избирательность его связывания с лигандом. Сродство активного центра к лиганду и способы его оценки. Физико-химические свойства белков и методы их выделения, очистки и анализа.	4
4.	Витамины, их классификация. Биологическая роль витаминов. Жирорастворимые витамины А, D, E, K, особенности их строения и молекулярные механизмы действия. Водорастворимые витамины,	4

	основные представители, их биологическая роль. Никотиновая кислота и ее амид как структурная основа коферментов НАД и НАДФ. Роль металлов и функционирование ферментов. Теория ферментативного катализа. Мультисубстратные реакции. Кинетика ферментативных реакций. Регуляция активности ферментов: действие ингибиторов и активаторов.	
5.	Реакция синтеза аминокислот - восстановительное аминирование и трансаминирование. Реакция распада аминокислот. Окислительное и неокислительное дезаминирование аминокислот. Непрямое дезаминирование аминокислот. Биологическая роль и важнейшие реакции трансаминирования в клетке. Катаболизм безазотистых остатков аминокислот. Реакции декарбоксилирования аминокислот. Биогенные амины. Инактивация биогенных аминов. Обмен серосодержащих аминокислот. Метаболизм фенилаланина и тирозина. Обмен аммиака.	4
6.	АТФ и макроэргические связи. Молекулярные механизмы репликаций и принципы возникновения мутаций. Система антимутагенной защиты. Транскрипция, молекулярные механизмы процесса. Регуляция транскрипции. Процессинг и-РНК. Молекулярные механизмы активации аминокислот. Посттранскрипционная регуляция.	4
7.	Ростовые факторы. Биосинтез белка. Процесс трансляции. Посттрансляционная модификация полипептидной цепи. Ингибиторы матричных биосинтезов. Регуляция экспрессии генов. Организация генома человека. Механизмы генетической изменчивости.	4
8.	Особенности химического состава биологических мембран. Модельные системы клеточных мембран. Транспорт веществ через мембраны Факторы, определяющие скорость проникновения веществ через клеточные мембраны. Жидкостно-мозаичная модель структуры мембран.	4
9.	Высокоэнергетические фосфаты. Первичные акцепторы водорода. Цепь переноса электронов от НАД-Н и ФАД-Нг на кислород. Окислительное фосфорилирование АДФ. Транспорт АДФ и АТФ через мембраны митохондрий. Разобщение дыхания и фосфорилирования. Образование токсических форм кислорода в цепи переноса электронов. Антиоксидантная система клеток. Цикл трикарбоновых кислот: основные реакции, биологическая роль, регуляция, ингибиторы.	4
10.	Важнейшие моносахариды, дисахариды и полисахариды. Переваривание углеводов в желудочно-кишечном тракте. Нарушение переваривания и всасывания углеводов. Механизмы трансмембранного переноса глюкозы и других моносахаридов в клетки. Метаболизм моносахаридов и его нарушения. Обмен гликогена. Глюконеогенез и его биологическая роль. Регуляция гликолиза и глюконеогенеза в печени.	4
11.	Простые и сложные липиды. Строение и классификация фосфолипидов и сфинголипидов. Гликолипиды. Стероиды, их строение и биологическая роль. Основные метаболические пути липидов. Особенности переваривания и всасывания липидов в желудочно-кишечном тракте. Роль желчных кислот. Мицеллообразование. Нарушения переваривания и всасывания липидов в кишечнике. Бета-окисление жирных кислот. Синтез высших жирных кислот. Клеточные механизмы регуляции синтеза и окисления высших жирных кислот. Эйкозаноиды - классификация, синтез, биологическая роль. Ингибиторы синтеза эйкозаноидов. Перекисное окисление липидов и его роль в повреждении клеток. Синтез и катаболизм фосфо- и сфинголипидов). Обмен холестерина: синтез холестерина, механизмы регуляции внутриклеточного содержания холестерина. Биологическая роль холестерина. Пути выведения холестерина из организма. Синтез желчных кислот.	4
12.	Нарушение обмена пуриновых нуклеотидов. Заболевания, связанные с нарушением обмена пуриновых нуклеотидов. Нарушение обмена пиримидиновых нуклеотидов. Заболевания, связанные с нарушением обмена пиримидиновых нуклеотидов. Восстановление рибонуклеотидов	4

	до дезоксирибонуклеотидов.	
13.	Роль $\text{Na}^+$ , $\text{K}^+$ , $\text{Ca}^{2+}$ , $\text{Cl}^-$ , $\text{Mg}^{2+}$ , $\text{P}^{3+}$ и других минеральных веществ в организме. Регуляция минерального обмена. Количественное определение $\text{Ca}^{2+}$ и $\text{P}^{3+}$ в биологических жидкостях (кровь и моча). Нарушения минерального обмена.	4
14.	Рецепторы гормональной регуляции. Молекулы - посредники действия гормонов на клеточном уровне. Стероидные гормоны. Гормоны гипоталамуса и гипофиза Гормоны поджелудочной железы Гормоноподобные молекулы, цитокины.	4
<b>Всего</b>		<b>56</b>

### Самостоятельная работа

№ п/п	Наименование раздела дисциплины	Виды самостоятельной работы	Трудоемкость (акад. час.)
1	Введение в биохимию	Работа с лекционным материалом Работа с литературой Самостоятельная проработка отдельных тем по теме диссертации Подготовка к практическим занятиям Подготовка к зачетам	6
2	Методы исследования в биохимии		10
3	Строение, свойства и функции белков		10
4	Энзимология		10
5	Обмен аминокислот		10
6	Нуклеиновые кислоты и биосинтез белка		10
7	Структурная организация и функционирование клеточных мембран		10
8	Энергетический обмен		10
9	Обмен углеводов		10
10	Обмен липидов		10
11	Обмен нуклеотидов		10
12	Обмен минеральных веществ		10
13	Гормональная регуляция обмена веществ		10
<b>Всего</b>			<b>126</b>

### 5. Образовательные технологии

При освоении дисциплины используются следующие образовательные технологии:

- информационно-коммуникационные технологии (компьютеры, интернет, электронные библиотеки, базы данных);
- коммуникативные технологии (проведение наблюдения, обсуждение решения проблемы в процессе собеседования);
- технология проблемного обучения (создание проблемных ситуаций и организация активной самостоятельной деятельности по их разрешению);
- технология проектного обучения (ориентация на творческий самостоятельный подход в процессе решения научной проблемы);
- технология контекстного обучения (постановка актуальной проблемы и проектирование этапов достижения цели и решения целесообразных задач при моделировании профессиональных ситуаций);
- научно-исследовательская технология (систематизация и анализ научной информации, проведение исследований, обобщение полученных результатов).

### 6. Контроль освоения дисциплины

Оценочные материалы для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации аспирантов по дисциплине включают в себя оценочные средства, процедуру и критерии оценивания (Приложение А к рабочей программе дисциплины).

По итогу освоения дисциплины аспирант предоставляет отчет о выполнении индивидуального учебного плана на заседании отдела по научной специальности (Приложение 1).

### **6.1. Текущий контроль успеваемости**

Текущий контроль успеваемости по дисциплине проводится преподавателем в форме собеседования по вопросам по итогам выполнения аспирантом самостоятельной работы согласно индивидуальному учебному плану.

### **6.2. Промежуточная аттестация**

Промежуточная аттестация результатов освоения дисциплины проводится в форме зачета и кандидатского экзамена.

Промежуточная аттестация результатов освоения дисциплины в форме зачета проводится преподавателем по контрольным вопросам в конце каждого семестра согласно индивидуальному учебному плану.

Промежуточная аттестация результатов освоения дисциплины в форме кандидатского экзамена проводится после сдачи аспирантом всех зачетов в соответствии с Порядком сдачи кандидатских экзаменов, утвержденным Министерством науки и высшего образования Российской Федерации.

Вопросы организации и проведения кандидатского экзамена регламентируются локальным нормативным актом Института.

### **6.3. Критерии оценки**

#### **Критерии оценки зачета**

Оценка «Зачтено» - аспирант демонстрирует полное знание учебного материала: знает основные понятия в рамках обсуждаемого вопроса, методы изучения и их взаимосвязь между собой, практические проблемы и имеет представление о перспективных направлениях разработки рассматриваемого вопроса

Оценка «Не зачтено» - аспирант демонстрирует существенные пробелы в знаниях учебного материала: не знает основные понятия, методы изучения, в рамках обсуждаемого вопроса не имеет представления об основных практических проблемах

#### **Критерии оценки кандидатского экзамена**

Оценка «Отлично» - аспирант демонстрирует наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание рекомендованной литературы

Оценка «Хорошо» - аспирант демонстрирует наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала

Оценка «Удовлетворительно» - аспирант демонстрирует наличие твердых знаний программного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике

Оценка «Неудовлетворительно» - аспирант демонстрирует наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы

## 7. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

### 7.1. Литература

1. Авдеева Л. В., Алейникова Т. Л., Андрианова Л. Е., Белушкина Н. Н., Волкова Н. П., Воробьева С. А., Глухов А. И., Голенченко В. А., Губарева А. Е., Корлякова О. В. Биохимия : учебник для студентов медицинских вузов / [Л. В. Авдеева и др.]. — 5-е изд., испр. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 759 с.
2. Солвей Дж. Г. Наглядная медицинская биохимия : учебное пособие / Дж. Г. Солвей. — 3-е изд., перераб. и доп. — Москва : ГЭОТАР-Медиа, 2020. — 160 с.
3. Зезеров Е. Г. Биохимия (общая, медицинская и фармакологическая): курс лекций : учебное пособие / Е. Г. Зезеров ; Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова Министерства здравоохранения Российской Федерации (Сеченовский университет). - 2-е изд., перераб. и доп. - Москва : Медицинское информационное агентство (МИА), 2019. - 453 с.
4. Давыдов В. В. Основы медицинской биохимии : учебное пособие по биологической химии для студентов медицинских ВУЗов / В. В. Давыдов. — Москва : [б.и.], 2017. - 542 с.
5. Чернов Н. Н., Березов Т. Т., Лукашева Е. В., Смирнова И. П., Сяткин С. П., Калинина Е. В., Кузнецова О. М., Рыскина Е. А., Лобаева Т. А. Биохимия. Практикум / [авт. кол.: Н. Н. Чернов и др.]. — Ростов-на-Дону : Феникс, 2017. — 205 с.
6. Таканаев А. А. Биохимия. Тестовые задания для самостоятельной работы : учебнометодическое пособие / А. А. Таканаев, Н. Н. Полехина, Т. И. Горецкая. — Орёл : ОГУ имени И. С. Тургенева, 2020 г. — 182 с.
7. Кольман Я. Наглядная биохимия / Я. Кольман, К.-Г. Рём ; перевод с англ. Т. П. Мосоловой. - 6-е изд., перераб. и доп. - М : Лаборатория знаний, 2019. - 509 с. <https://glavkniga.su/filecont/216820.pdf>
8. Основы биохимии : учебное пособие / [Башаров Марсель Минивакилевич и др.]; под редакцией Н.Н. Чернова, В.С. Покровского. - Москва : Е-noto, 2020. - 303 с.
9. Фаллер Дж.М., Шилдс Д. Молекулярная биология клетки. Руководство для врачей - М., 2017.- 256 с.

### 7.2. Ресурсы информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

National Library of Medicine <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/Entrez>  
RROTOCOL ONLINE <http://www.protocol-online.org>  
UniverTV.ru (разделы Химия, Биология, Медицина) <http://univertv.ru/>  
Thermo Fisher Scientific <http://invitrogen.com>  
EMBL-EBI <http://www.ebi.ac.uk>  
Public databases for molecular typing and microbial genome diversity <http://pubmlst.org>  
Gene Expression Omnibus <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/geo>  
Ongoing maintenance <http://www.cbs.dtu.dk/services/OligoWiz>  
Trust Pharmacy <http://www.mlst.net>  
RestrictionMappe <http://www.restrictionmapper.org>  
База данных международных индексов научного цитирования Scopus <http://www.scopus.com>

### 7.3. Профессиональные базы данных и информационно-справочные системы (наличие лицензии на право использования программного продукта, наличие режима доступа для обучающихся – инвалидов и лиц с ограниченными возможностями здоровья)

Информационно-справочная система «Консультант Плюс» [www.consultant.ru](http://www.consultant.ru)  
Электронно-библиотечная система «Консультант студента» <http://www.studmedlib.ru/>

Электронная медицинская библиотека «Консультант врача» <http://www.rosmedlib.ru/>  
 Научная электронная библиотека eLIBRARY.RU <http://www.elibrary.ru>

## 8. Материально-техническое обеспечение дисциплины

№ п/п	Наименование помещения	Оснащение	Адрес
1	Специальное помещение (учебная аудитория)	Специализированная мебель: доска, столы, стулья; Технические средства обучения: мультимедийный комплекс (ноутбук, проектор, экран), телевизор	197376, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д.12, ФГБНУ «ИЭМ»
2	Специальное помещение (лаборатория)	Лабораторное оборудование: рН-метры, водяные бани, магнитные мешалки, шейкеры, аналитические и электронные весы, сушильные шкафы, автоклавы, осциллографы и др. Высокотехнологичное оборудование: Амплификаторы Анализатор изображения Анализатор микрочипов Анализатор размера частиц Биохимические анализаторы Вибрационная криомельница Гомогенизаторы Ламинарные боксы Лиофильные сушилки Льдогенератор Люминометр Масс-спектрометры Модульный планшетный ридер Низкотемпературные морозильники Оборудование для двумерного электрофореза Оборудование для изучения межмолекулярных взаимодействий Оборудование для электрофореза в пульсирующем электрическом поле Оборудование для электрофореза и блоттинга ДНК и белков Промыватель планшет Секвенаторы Синтезатор пептидов Система для получения ультрачистой воды Системы гель-документирования Сканирующий флуоресцентный спектрометр Спектрофотометры Флуороскан Хроматографические системы Центрифуги и ультрацентрифуги СО2 инкубаторы	197376, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д.12, ФГБНУ «ИЭМ»
3	Помещение для самостоятельной работы	Компьютерная техника, в том числе специализированная, с возможностью подключения к сети "Интернет" и обеспечением доступа в электронную информационно-образовательную среду Института	197376, г. Санкт-Петербург, ул. Академика Павлова, д.12, ФГБНУ «ИЭМ»

## **9. Методические рекомендации для аспирантов по освоению дисциплины**

Для эффективного изучения разделов дисциплины необходимо самостоятельно изучить учебно-методические материалы, проработать текущий материал лекций и отдельные темы по теме диссертации, подготовиться к практическим занятиям.

Аудиторную работу по дисциплине аспирант выполняет на учебных занятиях под непосредственным руководством преподавателя и по его заданию. Присутствие на лекциях и практических занятиях является обязательным. Самостоятельную работу аспирант выполняет во внеаудиторное время согласно индивидуальному учебному плану при методическом руководстве преподавателя, но без его непосредственного участия.

Для успешного прохождения промежуточной аттестации в форме зачета и кандидатского экзамена аспиранту необходимо внимательно изучить и проработать оценочные средства.

В процессе освоения дисциплины аспирант может использовать научно-исследовательскую инфраструктуру Института, библиотечные фонды и учебно-методические материалы, помещения, оснащенные компьютерной техникой, в том числе специализированной, с возможностью подключения к сети «Интернет», и другие материально-технические возможности Института в соответствии с программой аспирантуры.

**ОТЧЕТ**

о выполнении индивидуального учебного плана за \_\_\_\_\_ семестр 20\_\_\_\_/20\_\_\_\_  
учебного года

<b>Этапы реализации образовательной деятельности в соответствии с индивидуальным учебным планом</b>	<b>Показатель выполнения</b>	<b>Планируемые сроки выполнения</b>	<b>Фактические сроки выполнения</b>

Аспирант \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (ФИО)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.

Согласовано:  
Научный руководитель \_\_\_\_\_ / \_\_\_\_\_ /  
(подпись) (ФИО)  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 20 \_\_\_\_ г.



Приложение А

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ НАУЧНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ  
«ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕДИЦИНЫ»  
(ФГБНУ «ИЭМ»)

УТВЕРЖДАЮ

И.о. директора ФГБНУ «ИЭМ»

\_\_\_\_\_ С.Б. Шевченко  
« \_\_\_\_ » \_\_\_\_\_ 2023 г.

**ОЦЕНОЧНЫЕ МАТЕРИАЛЫ**  
для проведения текущего контроля успеваемости и промежуточной аттестации  
аспирантов по дисциплине «Биохимия»

<i>Группа научных специальностей</i>	1.5. Биологические науки
<i>Научная специальность</i>	1.5.4. Биохимия
<i>Форма обучения</i>	очная
<i>Срок освоения</i>	4 года

Санкт-Петербург  
2023

# 1. Оценочные средства и критерии оценивания для проведения текущего контроля успеваемости

## 1.1. Вопросы для собеседования

1. Предмет и задачи биохимии.
2. Методы классической биохимии. Современные методы биохимического анализа.
3. Методы разделения и фракционирования белков крови: центрифугирование, электрофорез, рентгеноструктурный анализ и др.
4. Хроматография, виды хроматографии, их характеристика. Значение хроматографии для биохимии.
5. Строение, свойства и классификация аминокислот.
6. Строение и свойства пептидов.
7. Классификация и представители важнейших классов белков.
8. Ферменты. Классификация и номенклатура ферментов. Свойства ферментов.
9. Понятие о коферментах и изоферментах. Кофакторы и коферменты. Коферментные функции витаминов. Особенности и механизм ферментативного катализа.
10. Тканевой обмен аминокислот. Биологическая роль аминокислот в клетке.
11. Биологическая роль нуклеотидов и нуклеиновых кислот.
12. Транскрипция, молекулярные механизмы процесса. Регуляция транскрипции.
13. Биосинтез белка. Процесс трансляции.
14. Строение клеточных мембран. Современные представления о структуре и функциях.
15. Липиды мембран: представители, полифункциональность, роль в обеспечении физико-химических характеристик (текучесть, вязкость, проницаемость).
16. Белки мембран, понятие о периферических и интегральных белках. Факторы, способствующие проникновению веществ через мембраны.
17. Энергетический обмен.
18. Биологическое окисление.
19. Антиоксидантная система клеток.
20. Обмен и функции углеводов. Основные углеводы животных и человек, их содержание в тканях, биологическая роль.
21. Глюкоза как важнейший метаболит углеводного обмена: общая схема источников и путей расходования глюкозы в организме.
22. Обмен и функции липидов. Важнейшие липиды человека.
23. Методы определения липидов и их метаболитов в биологических объектах.
24. Образование хиломикрон и транспорт жиров. Липопротеины крови как транспортная форма высших жирных кислот. Синтез и распад ВЖК в тканях.
25. Гетеротрофные и аутоотрофные организмы, различия по питанию и источникам энергии. Катаболизм и анаболизм.
26. Восстановление рибонуклеотидов до дезоксирибонуклеотидов.
27. Минеральный обмен. Биологическая роль минеральных веществ в организме.
28. Натрий, калий, железо, кальций, фосфор, магний: источники, содержание в норме и патологии, биологическая роль.
29. Методы определения гормонов и их метаболитов в биологических жидкостях.
30. Рецепторы гормональной регуляции.

### Критерии оценки, шкала оценивания по вопросам

Оценка	Описание
«отлично»	Знает весь учебный материал, отлично понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) дает правильные, сознательные и уверенные ответы. В устных ответах пользуется литературно правильным языком и не допускает ошибок

«хорошо»	Знает весь требуемый учебный материал, хорошо понимает и прочно усвоил его. На вопросы (в пределах программы) отвечает без затруднений. В устных ответах пользуется литературным языком и не делает грубых ошибок
«удовлетворительно»	Знает основной учебный материал. На вопросы (в пределах программы) отвечает с затруднением. В устных ответах допускает ошибки при изложении материала и в построении речи
«неудовлетворительно»	Не знает большей части учебного материала, отвечает, как правило, лишь на наводящие вопросы преподавателя, неуверенно. В устных ответах допускает частые и грубые ошибки

## 1.2. Процедура проведения текущего контроля успеваемости

Текущий контроль успеваемости проводится в форме собеседования по вопросам. В процессе текущего контроля успеваемости оценивается самостоятельная работа аспиранта согласно индивидуальному учебному плану: полнота выполнения заданий и ответов на вопросы, качество проработки материала лекций и отдельных тем по теме диссертации, уровень усвоения учебных материалов по разделам дисциплины, работа с учебниками, учебными пособиями, учебно-методическими пособиями, научной литературой, материалами периодических изданий и ресурсов сети «Интернет».

## 2. Оценочные средства и критерии оценивания для проведения промежуточной аттестации

### 2.1. Перечень контрольных вопросов для подготовки к зачету

#### Контрольные вопросы к зачету с 1 по 7:

1. Предмет и задачи биохимии.
2. Обмен веществ и энергии, иерархическая структурная организация и самовоспроизведение как важнейшие признаки живой материи.
3. Тактика проведения биохимических исследований. Значение биохимии для клинической лабораторной диагностики. Специфичность, чувствительность, точность тестов, влияние лекарств и процедур на результаты биохимических анализов.
4. Методы выделения и очистки биологических молекул, белков и нуклеиновых кислот.
5. Методы фракционирования биологического материала.
6. Физико-химические свойства и биологические функции белков.
7. Уровни структурной организации белков.
8. Первичная структура белка, связи, ее стабилизирующие, биологическая роль.
9. Механизм образования пептидной связи.
10. Вторичная структура белка:  $\alpha$ -спираль,  $\beta$ -структура. Роль водородных связей в формировании вторичной структуры.
11. Третичная и четвертичная структура белка.
12. Простые и сложные белки, характеристика отдельных представителей.
13. Методы определения молекулярной массы белков.
14. Методы выделения и очистки белков, в том числе от низкомолекулярных примесей.
15. Классификация витаминов. Связь витаминов с ферментами.
16. Роль водорастворимых витаминов в регуляции обмена веществ (вит. В<sub>1</sub>, В<sub>2</sub>, В<sub>3</sub>, В<sub>5</sub>(РР), В<sub>6</sub>, Н, В<sub>12</sub>), их биологическая роль.
17. Антианемический витамин В<sub>9</sub>, его коферментные функции.
18. Витамин С, строение, биологическая роль.
19. Жирорастворимые витамины, строение, биологическая роль.

20. Токоферол (витамин E), строение, биологическая роль.
21. Ретинол (витамин A), строение, биологическая роль.
22. Витамины группы K, строение, биологическая роль.
23. Витамины группы D, строение биологическая роль.
24. Понятие о ферментах. Ферменты, их свойства как биологических катализаторов.
25. Понятие об активном и аллостерическом центрах ферментов.
26. Простые и сложные ферменты. Механизм действия ферментов.
27. Кофакторы, их структура, классификация и функции.
28. Основные положения ферментативной кинетики.
29. Механизм действия активаторов и ингибиторов на скорость ферментативного катализа. Ингибиторы ферментов, их типы.
30. Строение, классификация и физико-химические свойства протеиновых аминокислот.
31. Тканевой обмен аминокислот. Биологическая роль аминокислот в клетке.
32. Общая характеристика нуклеиновых кислот.
33. т-РНК, строение, структурная организация, биологическая роль.
34. ДНК, строение, структурная организация, биологическая роль.
35. Жидкостно-мозаичная модель структуры мембран.
36. Основные функции их белковых и липидных компонентов.
37. Общая характеристика механизмов пассивного и активного транспорта веществ через мембрану.
38. Митохондрии, структурная организация и роль в процессах биоэнергетики.
39. Основные компоненты дыхательной цепи митохондрий. Характеристика ферментов дыхательной цепи митохондрий.
40. Пиридинзависимые дегидрогеназы, биологическая роль, строение НАД<sup>+</sup> и НАДФ<sup>+</sup>.
41. Флавопротеины, строение ФАД и ФМН.
42. АТФ - основной макроэрг клетки. Основные пути синтеза АТФ в клетке.
43. Энергетический эффект клеточного дыхания.
44. Роль ступенчатого выхода энергии при биологическом окислении.
45. Современные представления о механизме процесса сопряженного окислительного фосфорилирования.
46. Обмен и функции углеводов. Основные углеводы животных и человек, их содержание в тканях, биологическая роль.
47. Глюкоза как важнейший метаболит углеводного обмена: общая схема источников и путей расходования глюкозы в организме.
48. Обмен и функции липидов. Важнейшие липиды человека.
49. Методы определения липидов и их метаболитов в биологических объектах.
50. Нарушение обмена пуриновых нуклеотидов. Заболевания, связанные с нарушением обмена пуриновых нуклеотидов.
51. Нарушение обмена пиримидиновых нуклеотидов. Заболевания, связанные с нарушением обмена пиримидиновых нуклеотидов.
52. Минеральный обмен. Биологическая роль минеральных веществ в организме.
53. Соотношение между K<sup>+</sup> и Na<sup>+</sup> в клетке. Функционирование K<sup>+</sup>, Na<sup>+</sup> насоса, биологическая роль.
54. Понятие о гормонах и клетках мишенях.
55. Классификация и биологические свойства гормонов.
56. Связь ЦНС и эндокринной системы в регуляции процессов обмена веществ.
57. Строение и биологическая роль инсулина, глюкагона, адреналина, стероидных и тиреоидных гормонов.
58. Вторичные посредники: 3'5'-ц АМФ и 3'5' ц ГМФ, их строение, биологическая роль.
59. Ионы кальция как внутриклеточные посредники действия гормонов.

60. Фосфодиэстеразы, биологическая роль. Лекарственные вещества - ингибиторы фосфодиэстераз.

Критерии оценки, шкала оценивания зачета

Оценка	Описание
«зачтено»	Аспирант демонстрирует полное знание учебного материала: знает основные понятия в рамках обсуждаемого вопроса, методы изучения и их взаимосвязь между собой, практические проблемы и имеет представление о перспективных направлениях разработки рассматриваемого вопроса
«не зачтено»	Аспирант демонстрирует существенные пробелы в знаниях учебного материала: не знает основные понятия, методы изучения, в рамках обсуждаемого вопроса не имеет представления об основных практических проблемах

## 2.2. Перечень требований к структуре и содержанию кандидатского экзамена

Кандидатский экзамен по дисциплине проводится в соответствии с программой кандидатского экзамена, утвержденной Институтом.

Критерии оценки, шкала оценивания кандидатского экзамена

Оценка	Описание
«отлично»	Аспирант демонстрирует наличие глубоких и исчерпывающих знаний в объеме программного материала, правильные и уверенные действия по применению полученных знаний на практике, грамотное и логически стройное изложение материала при ответе, знание рекомендованной литературы
«хорошо»	Аспирант демонстрирует наличие твердых и достаточно полных знаний программного материала, незначительные ошибки при освещении заданных вопросов, правильные действия по применению знаний на практике, четкое изложение материала
«удовлетворительно»	Аспирант демонстрирует наличие твердых знаний программного материала, изложение ответов с ошибками, уверенно исправляемыми после дополнительных и наводящих вопросов, правильные действия по применению знаний на практике
«неудовлетворительно»	Аспирант демонстрирует наличие грубых ошибок в ответе, непонимание сущности излагаемого вопроса, неумение применять знания на практике, неуверенность и неточность ответов на дополнительные и наводящие вопросы

## 2.3. Процедура проведения промежуточной аттестации

Промежуточная аттестация проводится в форме зачета и кандидатского экзамена.

Зачет проводится по итогам каждого семестра по освоению дисциплины и включает в себя собеседование по контрольным вопросам согласно индивидуальному учебному плану.

Кандидатский экзамен проводится после сдачи аспирантом всех зачетов в соответствии с программой кандидатского экзамена.