



РАБОЧАЯ ПРОГРАММА УЧЕБНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ

БИОХИМИЯ

наименование дисциплины по учебному плану подготовки аспиранта

модуль программы аспирантуры
по научной специальности

1.5.4. Биохимия

	<i>Должность</i>	<i>Фамилия И.О.</i>	<i>Подпись</i>
<i>Согласовано</i>	<i>Ученый секретарь ИЭФБ РАН, к.б.н.</i>	<i>Гальперина Е.И.</i>	
<i>Разработано</i>	<i>Зам. директора, д.б.н.</i>	<i>Шпаков А.О.</i>	

1. Общие положения

Настоящая рабочая программа учебной дисциплины «Биохимия» разработана на основании законодательства Российской Федерации в системе высшего профессионального образования, в том числе: Федерального закона РФ от 29 декабря 2012 г. № 273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» и Приказа Министерства науки и высшего образования Российской Федерации от 20 октября 2021 года № 951 «Об утверждении федеральных государственных требований 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)».

2. Цель освоения дисциплины

Дисциплина «Биохимия» основана на эволюционных представлениях о развитии живого и направлена на изучение динамики биологических процессов в организме и жизнедеятельности организма как целого, в его неразрывной связи с окружающей средой.

3. Место дисциплины в структуре программы аспирантуры

Дисциплина «Биохимия» входит в число обязательных дисциплин программы аспирантуры по научной специальности 1.5.4. Биохимия.

4. Результаты освоения дисциплины

Освоение дисциплины «Биохимия» направлено на формирование следующих компетенций в соответствии с программой аспирантуры по научной специальности 1.5.4. Биохимия.

4.1. Универсальные компетенции:

- способность к критическому анализу и оценке современных научных достижений, генерированию новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях (УК-1)

- способностью проектировать и осуществлять комплексные исследования, в том числе междисциплинарные, на основе целостного системного научного мировоззрения с использованием знаний в области истории и философии науки (УК-2)

4.2. Общепрофессиональные компетенции:

- способность самостоятельно осуществлять научно-исследовательскую деятельность в соответствующей профессиональной области с использованием современных методов исследования и информационно-коммуникационных технологий (ОПК-1)

4.3. Профессиональные компетенции:

- готовность к анализу механизмов нервной и гуморальной регуляции, генетических, молекулярных, биохимических процессов, определяющих динамику и взаимодействие физиологических функций (ПК-1)

- способность к изучению механизмов функционирования клеток, тканей, органов, принципов их системной организации (ПК-2)

- способностью получать, обрабатывать, анализировать и систематизировать научно-техническую информацию по теме исследования, выбирать и обосновывать методики и средства решения поставленных задач (ПК-4)

- способность устанавливать химический состав живых организмов, выявлять закономерности строения, содержания и преобразования в процессе жизнедеятельности организмов химических соединений, общих для живой материи в целом (ПК-7)

- готовность к анализу и синтезу биологически активных веществ, выяснение их физиологического действия и возможностей применения полученных веществ в медицине и других отраслях народного хозяйства (ПК-8).

В результате освоения дисциплины аспирант должен:

- знать:

- фундаментальные принципы и уровни биологической организации, регуляторные механизмы на каждом уровне;

- основные черты строения, метаболизма, закономерности воспроизведения, специализации клеток

- современные достижения в области биохимии и молекулярной биологии

- иметь представление о:

- единстве и многообразии клеточных типов;

- основных этапах онтогенеза,

- механизмах роста, морфогенеза и дифференциации клеток и причинах появления аномалий развития;

- принципах системной организации регуляторных систем клетки;

- уметь:

- определять основные проблемы дисциплин, составляющих конкретную область его деятельности, устанавливать их взаимосвязь в целостной системе знаний

-приобретать новые знания, используя современные информационные образовательные технологии

- адекватно оценивать современные достижения в области биохимии и сопоставлять новые данные с классическими представлениями;

- владеть:

- методами исследования и анализа живых систем, математическими методами обработки результатов биологических исследований;

- методами работы с экспериментальными животными на всех экспериментальных уровнях с учетом правовых норм;

- иметь представление о методах анализа и моделировании экологических и эволюционных процессов;

- иметь представление о методах культуры клеток, тканей и органов;

- навыками анализа и изложения результатов биохимического эксперимента

5. Структура и содержание дисциплины «Биохимия»

Общая трудоемкость дисциплины составляет 9 з.е. На ее изучение отводится 324 часа (162 часа аудиторной работы, из них 54 часа – лекции и 108 – практические занятия; 126 часов отводится на самостоятельную работу). Кандидатский экзамен по научной специальности предполагает трудоемкость в объеме 36 часов (1 зачетная единица).

5.1. Объем дисциплины и количество учебных часов:

Вид учебной работы	Трудоемкость (в часах)
Аудиторные занятия	
Лекции	54
Семинары	-
Практические занятия	108
Другие виды учебной работы	
Внеаудиторные занятия	
Самостоятельная работа аспиранта	126
Контроль	36

ИТОГО	324
Вид итогового контроля	Кандидатский экзамен по научной специальности «Биохимия»

5.2. Структура дисциплины

№ п/п	Тема	Виды учебной работы, включая самостоятельную работу студентов и трудоемкость (в часах)				
		Лек	Сем	Практ	СР	Конт роль
1	Предмет и основные направления биохимии. Общие положения	2			9	
2	Физико-химические основы биохимии.	4		6	9	
3	Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов	4		10	9	
4	Белки	4		8	9	
5	Ферменты	4		8	9	
6	Нуклеиновые кислоты	4		8	9	
7	Биосинтез белка.	4		8	9	
8	Обмен углеводов	4		10	9	
9	Липолиз и липогенез	4		10	9	
10	Биологические мембраны	4		10	9	
11	Системы внутриклеточной сигнализации	4		10	9	
12	Биохимия мышечного сокращения	4		10	9	
13	Роль митохондрий в клеточном энергетическом метаболизме	4		10	9	
14	Сравнительная биохимия	4			9	
	ИТОГО	54		108	126	36

6. Содержание дисциплины

6.1. Содержание занятий

Тема 1. Предмет и основные направления биохимии. Общие положения.

Лекции - 2 часа

Самостоятельная работа – 9 часов

Предмет и задачи биологической химии. Биохимия в системе биологических дисциплин. Основные этапы развития биохимии. Молекулярная биология и генетика и их связь с биохимией. Направления и перспективы развития биохимии.

Проблема возникновения жизни и предбиологической эволюции. Роль структурной организации клетки в явлениях жизни. Компартиментализация веществ и процессов в клетке. Значение обмена веществ (катаболизм и анаболизм) в явлениях жизни. Принципы регуляции процессов обмена веществ в клетке. Генетическая информация и ее значение.

Понятие о биоинформатике. Базы данных о белковых структурах, ДНК-последовательностях, ферментах.

Тема 2. Физико-химические основы биохимии

Лекции - 4 часа

Практические занятия - 6 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах. Вода и ее роль в живых организмах. Основные понятия электрохимии водных растворов. Закон действующих масс, константы диссоциации кислот и оснований, водородный показатель (рН), буферные растворы. Основные физико-химические методы, применяемые в биохимии: спектрофотометрия, флуориметрия, ЭПР- и ЯМР-спектроскопия, хроматография, калориметрия, электрофорез, рентгеноструктурный анализ.

Основы химической кинетики: молекулярность и порядок реакции; константы скоростей химических реакций и факторы, влияющие на скорость реакций.

Тема 3. Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов.

Лекции - 4 часа

Практические занятия - 10 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Природные аминокислоты как составные части белков. Физико-химические свойства и классификация аминокислот. Незаменимые аминокислоты. Полипептиды. Медиаторная роль аминокислот.

Углеводы и их биологическая роль. Классификация и номенклатура углеводов. Структура и свойства моно- и полисахаридов.

Липиды и их биологическая роль. Общие свойства, распространение, классификация и номенклатура липидов. Строение и свойства нейтральных жиров и фосфолипидов. Гликолипиды. Стероиды. Превращение липидов и всасывание продуктов их распада в желудочно-кишечном тракте. Распад липидов в тканях. Процессы окисления жирных кислот. Биосинтез жирных кислот, нейтрального жира и фосфолипидов.

Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Минорные пуриновые и пиримидиновые основания. Комплексообразующие свойства нуклеотидов.

Витамины, коферменты и другие биологически активные вещества. Амид никотиновой кислоты. Липоевая кислота. Рибофлавин. Динуклеотиды (NAD, FAD). Биотин. Тиамин. Пантотеновая кислота, кофермент А (CoA). Пиридоксин- и пиридоксальфосфаты. Аскорбиновая кислота. Ретиноиды. Токоферол. Нафто- и убихиноны. Биогенные амины. Ацетилхолин. Железо-порфирины и хлорофилл.

Тема 4. Белки

Лекции - 4 часа

Практические занятия – 8 часов

Самостоятельная работа – 10 часов

Современные представления о структуре белка. Функции белков.

Классификация. Методы разделения и очистки белков. Первичная структура белка и методы ее исследования. Упорядоченные (α -спираль, β -слой) и «неупорядоченные» структуры полипептидных цепей.

Уровни структурной организации белков (первичная, вторичная, третичная, четвертичная и надмолекулярные структуры). Природа межмолекулярных взаимодействий, обеспечивающих структуру белков (ионные взаимодействия, водородные связи, гидрофобные взаимодействия, дисульфидные связи). Особенности строения мембрано-связанных белков. Структурные белки (коллаген, кератины).

Посттрансляционная модификация белков. Конформационная стабильность и

подвижность белка.

Сравнительная биохимия и «эволюция» белков. «Консервированные» и гомологичные последовательности аминокислот в белках. Белков и низкомолекулярных лигандов.

Тема 5. Ферменты

Лекции - 4 часа

Практические занятия - 8 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Ферменты, их особенности как биокатализаторов, биологическая роль. Химическая природа ферментов. Активные центры. Механизм ферментативного катализа. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Физический смысл константы Михаэлиса. Максимальные скорости ферментативных реакций. Активность и числа оборотов ферментов. Специфичность ферментативного катализа. Ингибиторы и активаторы ферментов. Обратимость ферментативного катализа. Кофакторы. Изо- и аллостерическое связывание лигандов-регуляторов с белком-ферментом. Кооперативные эффекты в ферментативном катализе. Изоферменты. Международная классификация ферментов. Катализ и проницаемость мембран. Локализация ферментов в клетке.

Тема 6. Нуклеиновые кислоты

Лекции - 4 часа

Практические занятия - 8 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Строение нуклеиновых кислот. Пуриновые и пиримидиновые основания. Углеводные компоненты. Мононуклеотиды. Нуклеозидмоно-, ди-, трифосфаты. АТФ и ее функции. ДНК и РНК. Их локализация в клетке. Биологическое значение двуспирального строения ДНК. Принцип комплементарности и его биологическая роль. Специфичность нуклеиновых кислот. Распад и синтез нуклеиновых кислот. Обмен пуриновых и пиримидиновых оснований.

Тема 7. Биосинтез белка

Лекции - 4 часа

Практические занятия - 8 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Биосинтез белка. Его основные этапы. Активирование аминокислот. Транспортные РНК. Функциональная значимость отдельных участков ДНК. Хромосомы. Общее представление о структуре хроматина. Процесс транскрипции. Информационная РНК и генетический код. Рибосомы и их структура. Рибосомальная РНК. Функционирование рибосом. Посттрансляционные процессы формирования функционально активных белков, самоорганизация белковой глобулы, самосборка четвертичной структуры белка и надмолекулярных структур клетки. Генетическая инженерия.

Тема 8. Обмен углеводов

Лекции - 4 часа

Практические занятия – 10 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Обмен углеводов. Распад и биосинтез полисахаридов. Взаимопревращения углеводов. Анаэробный и аэробный распад углеводов. Различные виды брожений. Гликолитические ферменты. Субстратное фосфорилирование. Глюконеогенез. Окислительные превращения глюкозо-6-фосфата (пентозный цикл) и их значение. Окислительное декарбоксилирование пировиноградной кислоты. Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл трикарбоновых кислот и его биологическое значение. Никотинамидные коферменты - источник восстановительных эквивалентов в клетке.

Тема 9. Липолиз и липогенез

Лекции - 4 часа

Практические занятия – 10 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Липолиз. Ферментативный гидролиз жиров. Окислительный распад свободных жирных кислот. Энергетическая эффективность распада жирных кислот. Роль карнитина в метаболических превращениях жирных кислот. Бета-, альфа- и омега-окисление жирных кислот. Коэнзим А и его роль в процессах обмена жирных кислот. Синтез жирных кислот. Синтаза жирных кислот. Биосинтез триглицеридов. Превращение жиров при созревании и прорастании семян и плодов. Ферментативные превращения фосфатидов. Биосинтез холестерина и его регуляция. Значение холестерина в организме. Синтез желчных кислот. Стероиды как провитамины Д.

Тема 10. Биологические мембраны

Лекции - 4 часа

Практические занятия – 10 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Биологические мембраны. Липосомы как модель биологических мембран. Физико-химические свойства двойной фосфолипидной мембраны (проницаемость, подвижность молекул фосфолипидов). Химическая гетерогенность фосфолипидов мембраны. Холестерин. Специфичность фосфолипидного состава биологических мембран. Динамическая модель биологических мембран Сингера-Николсона. Периферические и интегральные белки мембран. Двумерная диффузия белков в мембранах. Асимметрия биологических мембран. Топография белков и липидных компонентов мембран. Каналы, поры, переносчики и избирательная проницаемость биологических мембран. Мембранные рецепторы.

Тема 11. Системы внутриклеточной сигнализации

Лекции - 4 часа

Практические занятия – 10 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Регуляция активности ферментов их ковалентной модификацией: фосфорилирование, ацилирование, ADP-рибозилирование. Протеинкиназы и протеинфосфатазы. Каскадный принцип регуляции активности ферментов. Гормоны в качестве первичных управляющих сигналов метаболизма. Рецепторы гормонов и G-белки. Механизмы и результаты действия инсулина, адреналина, глюкагона. Вторичные посредники передачи сигналов: циклические нуклеотиды, ионы Ca^{+2} , фосфатидилинозитол. Тканевая специфичность метаболизма.

Тема 12. Биохимия мышечного сокращения

Лекции - 4 часа

Практические занятия – 10 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Молекулярные основы подвижности биологических систем. Структура поперечно-полосатой и гладкой мускулатуры. Сократительные белки. Модели функционирования мышц. Роль АТФ и ионов кальция.

Тема 13. Роль митохондрий в клеточном энергетическом метаболизме

Лекции - 4 часа

Практические занятия – 10 часов

Самостоятельная работа – 9 часов

Биоэнергетика. Образование АТФ и других макроэнергетических соединений в катаболических процессах. Терминальные процессы окисления. Коферменты ($NAD^+/NAD\cdot H$; $NADP^+/NADP\cdot H$; убихинон/убихинол). Электрон-транспортная (дыхательная)

цепь - преобразователь энергии (теория электрохимического сопряжения П. Митчела). Компоненты дыхательной цепи. Структура митохондрий и локализация компонентов дыхательной цепи млекопитающих. Перенос восстановительных эквивалентов через мембрану митохондрий. Трансгидрогеназная реакция. Обратимая H^+ -АТРаза - главное устройство для синтеза АТФ в аэробных клетках. Эффективность сопряжения окислительного фосфорилирования. Механизмы термогенеза. Дыхательные цепи микросом. Цитохром Р-450 и окислительная деструкция ксенобиотиков. Энергетический выход гликолиза и окислительного фосфорилирования.

Тема 14. Сравнительная биохимия

Лекции - 4 часа

Самостоятельная работа – 9 часов

Эволюционное учение, его основоположники и их роль в развитии и становлении эволюционных взглядов. Учение Л.А. Орбели об эволюции функций и функциональной эволюции. Современные взгляды на предбиологическую эволюцию и происхождение жизни на Земле. Представление о биохимической адаптации фундаментальные механизмы. Адаптивные изменения ферментных систем. Адаптация на уровне микроокружения макромолекул. Адаптации путем изменения метаболической активности. Адаптации к физической нагрузке. Эволюция белковых гормонов на примере гормонов желудочно-кишечного тракта. Липиды и приспособление организма к среде обитания. Фосфолипиды нервной системы в эволюции животного мира (работы Е.М. Крепса). Гликолиз и дыхание в ходе эволюции животного мира. Эволюция дыхательных белков. Эволюция биохимических механизмов сократительной функции. Эволюция обменных процессов, направленных на удаление конечных продуктов. Эволюционные закономерности организации генома.

6.2 Самостоятельная работа аспиранта

Самостоятельная работа аспирантов проводится в форме изучения отдельных теоретических вопросов по предлагаемой литературе, подготовки к практическим занятиям и оформления отчетов по практическим занятиям. Во время самостоятельной подготовки обучающиеся обеспечиваются доступом к библиотечному фонду Института.

7. Образовательные технологии

В учебном процессе предусмотрено широкое использование интерактивных методов обучения, таких как фронтальное обсуждение ключевых вопросов и организация круглых столов, организована программа удаленной подготовки аспирантов по индивидуальному плану (по сети интернет), подготовлена электронная баз данных; проводятся встречи с ведущими учеными и научными руководителями аспирантов.

8. Учебно-методическое и информационное обеспечение дисциплины

Учебная и учебно-методическая литература и иные библиотечно-информационные ресурсы обеспечивают учебный процесс и гарантируют возможность качественного освоения аспирантом образовательной программы. ИЭФБ РАН располагает обширной библиотекой, включающей литературу по дисциплине, научные журналы и труды конференций.

8.1. Основная литература

1. Биохимия: Учебник для вузов, Под ред. Северина Е.С. Гэотар-МЕД, 2008. 768 с.
2. Ленинджер А. Основы биохимии. В 3-х томах. М. "Мир". 1985.
3. Р. Марри, Д. Греннер, П. Мейес, В. Родуэлл. Биохимия человека: в 2-х т., М., Мир,

2009.

4. Нельсон Д. Основы биохимии Ленинджера: в 3-х т., М., БИНОМ, 2014.
5. Албертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. С задачами Джона Уилсона и Тима Ханта. (В 3-х т.). М.-Ижевск: НИЦ "Регулярная и хаотическая динамика"; Ин-т компьютерных исследований. 2013.
6. П. Хочачка, Дж. Сомеро. Биохимическая адаптация. "Мир", М., 1988.
7. Принципы и методы биохимии и молекулярной биологии (ред. К. Уилсон, Дж. Уолкер).- М. : БИНОМ. 2012. - 848 с.

8.2. Дополнительная литература

1. Биссвангер Х. Практическая энзимология: М., БИНОМ, 2015. 328 с.
2. Владимиров В.Г. Нейрохимия: кратко о главном. СПб, ВиТ-принт. 2013. 272 с.
3. Келети Т. Основы ферментативной кинетики. М., Мир, 1990.
4. Скулачев В.П. Энергетика биологических мембран: М., Наука, 1989. 564 с.
5. Крепс Е.М. Я прожил интересную жизнь: СПб, Наука, 2007.
6. Кретович В.А. Очерки по истории биохимии в СССР: М., Наука, 1984.
7. Комов В.П., Шведова В.Н. Биохимия. Учебник для студентов ВУЗов: М., Дрофа, 2004.
8. Мирзоян Э.Н. Развитие сравнительно-эволюционной биохимии в России: М., Наука, 1984.

9. Материально-техническое обеспечение дисциплины

ИЭФБ РАН располагает материально-технической базой, соответствующей санитарно-техническим нормам и обеспечивающей проведение всех видов теоретической и практической подготовки, предусмотренной учебным планом.

Наименование оборудования для проведения занятий по дисциплине:

1. Лекционная аудитория
2. Мультимедийный проектор
3. Персональный компьютер с доступом в Интернет
4. Лабораторное оборудование

10. Оценочные средства для итогового контроля.

Цель контроля – получение информации о результатах обучения и степени их соответствия результатам обучения.

10.1. Текущий контроль

Текущий контроль успеваемости, т.е. проверка усвоения учебного материала, регулярно осуществляется на протяжении семестра. Текущая самостоятельная работа аспиранта направлена на углубление и закрепление знаний, и развитие практических умений.

10.2. Промежуточная аттестация

Промежуточная аттестация завершает изучение дисциплины. Форма аттестации – кандидатский экзамен. Содержание и структура экзамена и критерии оценивания определены в Программе кандидатского экзамена по научной специальности 1.5.4. Биохимия.