

Минобрнауки России
Федеральное государственное бюджетное
учреждение науки
Федеральный исследовательский центр
«Карельский научный центр
Российской академии наук»
(КарНЦ РАН)

УТВЕРЖДАЮ
Генеральный директор КарНЦ РАН
член-корр. РАН

О.Н. Бахмет

«*01*» *августа* 20 *22* г.



**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА СПЕЦИАЛЬНОЙ ДИСЦИПЛИНЫ
«БИОХИМИЯ»**

**НАУЧНАЯ СПЕЦИАЛЬНОСТЬ
1.5.4. БИОХИМИЯ**

г. Петрозаводск
2022

РАЗРАБОТЧИКИ ПРОГРАММЫ:

Академик РАН, доктор биологических наук,
профессор, главный научный сотрудник
лаборатории экологической биохимии ИБ
КарНЦ РАН

Н.Н. Немова

Доктор биологических наук, профессор, ведущий
научный сотрудник лаборатории экологической
биохимии ИБ КарНЦ РАН

Р.У. Высоцкая

Доктор биологических наук, заведующий
лабораторией экологической биохимии
ИБ КарНЦ РАН

С.А. Мурзина

Доктор биологических наук, ведущий научный
сотрудник лаборатории экологической биохимии
ИБ КарНЦ РАН

Л.П. Смирнов

Кандидат биологических наук, старший научный
сотрудник лаборатории экологической биохимии
ИБ КарНЦ РАН

О.Б. Васильева

Кандидат биологических наук, ведущий научный
сотрудник лаборатории экологической биохимии
ИБ КарНЦ РАН

Л.А. Лысенко

Кандидат биологических наук, заместитель
директора по научной работе ИБ КарНЦ РАН

О.В. Мещерякова

1. Цели и задачи освоения дисциплины

Основная цель курса биохимии – сообщить аспирантам и соискателям фундаментальные знания в области биохимии как базовой составляющей современной физико-химической биологии. Знания по этой дисциплине необходимы для глубокого восприятия и осмысления данных генетики, цитологии, анатомии и физиологии растений и животных, экологии и других дисциплин биологического направления. Кроме того, успешное освоение программы по биохимии потребует знания круга вопросов, которые относятся к компетенции таких, тесно связанных с биохимией наук, как органическая химия, молекулярная биология и биотехнология. В соответствии с этим программа по биохимии включает:

- изучение строения и свойств основных классов органических соединений, входящих в состав живой материи;
- изучение основных путей обмена веществ;
- раскрытие смысла основных химических закономерностей биологических процессов на молекулярном, клеточном и организменном уровнях;
- рассмотрение взаимосвязи обмена веществ и принципов его регуляции на разных уровнях;
- изучение особенностей метаболизма у разных видов живых организмов и механизмов их устойчивости к воздействию экзогенных и эндогенных факторов;
- выяснение физиологического действия биологически активных веществ из природных источников и возможностей их применения в медицине и других отраслях народного хозяйства.

2. Место дисциплины в структуре основной образовательной программы

Обязательная для изучения дисциплина, направленная на сдачу кандидатского экзамена по научной специальности 1.5.4. Биохимия.

Период освоения – 1 семестр.

3. Входные требования для освоения дисциплины (модуля), предварительные условия

Аспиранты, начинающие изучение биохимии, должны:

ЗНАТЬ:

- строение, свойства и функции важнейших соединений, составляющих основу живой материи;
- пути обмена основных классов органических соединений, представленных в природе;
- принципы и механизмы регуляции обмена веществ и энергии;
- особенности метаболизма в онтогенезе и у разных видов организмов;
- степень воздействия разных по природе эндогенных и экзогенных факторов на те или иные обменные процессы и возможные последствия этого воздействия;
- свойства биологически активных соединений из природных источников и возможности их использования в медицине и хозяйственной деятельности человека.

УМЕТЬ:

- описать метаболические превращения отдельных представителей важнейших классов природных соединений;
- самостоятельно ставить задачи по биологической химии и выбирать оптимальные пути и методы её решения;
- вести научную дискуссию, применяя полученные знания;

- использовать знания и навыки, полученные при изучении курса при подготовке публикаций и написании диссертации по специальности 03.01.04 – «Биохимия».

ВЛАДЕТЬ:

- методами биохимических и молекулярно-биологических исследований, навыками постановки и проведения эксперимента;
- навыками самостоятельной работы с литературой и электронными средствами информации в области биохимии;
- методами обработки и интерпретации полученных результатов;
- навыками преподавания биохимии, а также соответствующих разделов общей биологии, естествознания, экологии, молекулярной биологии, генетики и других дисциплин с использованием знаний, полученных при усвоении курса биохимии.

4. Перечень компетенций выпускника аспирантуры, на формирование которых направлено освоение дисциплины

Способность генерировать теоретические знания и осваивать современные методы фундаментальных и прикладных исследований в области биохимии;

5. Планируемые результаты обучения по дисциплине (модулю), соотнесенные с планируемыми результатами освоения образовательной программы (компетенциями выпускников)

ЗНАТЬ: строение, свойства и функции важнейших метаболитических соединений, пути обмена веществ и энергии в организме, принципы и механизмы регуляции метаболизма; возрастные и видовые особенности метаболизма у разных групп организмов; молекулярные основы передачи генетической информации, свойства биологически активных соединений из природных источников и возможности их использования в медицине и хозяйственной деятельности человека, принципы и технику выполнения современных методов биохимических исследований.

УМЕТЬ: используя теоретические знания, средства и сервисы поиска и анализа научной информации генерировать необходимые знания и сведения в области биохимии, охарактеризовать строение, свойства и функции важнейших метаболитических соединений, описать метаболитические превращения отдельных представителей важнейших классов природных соединений; применить современные биохимические методы для решения фундаментальных и прикладных научно-исследовательских задач в области биохимии и междисциплинарных направлениях.

ВЛАДЕТЬ: навыками самостоятельной работы с литературой, поиска и анализа и обобщения теоретической и методологической информации в области биохимии; методами биохимических и молекулярно-генетических исследований, навыками постановки и проведения эксперимента в биохимических исследованиях, методами обработки и интерпретации полученных результатов.

6. Объем дисциплины и виды учебных занятий (в виде таблицы)

Общая трудоемкость дисциплины составляет 5 зачетных единиц, что составляет 180 часов.

Вид учебной работы	Объем часов / зачетных единиц
Объем дисциплины (всего)	180 / 5 з.е.
Аудиторная учебная нагрузка (всего), в том числе:	72 / 2 з.е.
лекции	18
практические занятия	36
семинары	18
Самостоятельная работа аспиранта (всего)	108 / 3 з.е.
Вид итогового контроля по дисциплине	Кандидатский экзамен

7. Структура дисциплины по темам (разделам) с указанием отведенного на них количества академических часов, видов учебных занятий, форм текущего контроля
В приложении.

8. Содержание тем (разделов) дисциплины

Лекционные занятия

№	Тема занятия	Кол-во час.
1.	Введение в биохимию. Основные этапы развития биохимии. Молекулярная биология и генетика и их связь с биохимией. Практические приложения биохимии; биохимия как фундаментальная основа биотехнологии. Направления и перспективы развития биохимии. Академики А.Н. Бах, А.И. Опарин, В.С. Гулевич, А.В. Палладин, А.Н. Белозерский, В.А. Энгельгардт, А.Е. Браунштейн, С.Е. Северин и их роль в создании отечественной школы биохимиков. Развитие биохимии, и ее связи с практикой: агрономией, микробиологией, биотехнологией, медициной и ветеринарией. Важнейшие журналы, справочные и обзорные издания по биохимии. Понятие о биоинформатике. Базы данных о белковых структурах, ДНК-последовательностях, ферментах.	1
2.	Белки. Специфическая роль белковых веществ в явлениях жизни. Принципы выделения, очистки и количественного определения белков. Аминокислоты как составные части белков. Пептидная связь. Уровни структурной организации белков. Физические и химические свойства белков. Методы изучения белков. Классификация белков. Обмен белков. Распад белков. Ферменты, осуществляющие протеолиз, селективный гидролиз белков. Пути биосинтеза аминокислот. Специфический распад и превращения отдельных аминокислот. Использование протеолитических ферментов в промышленности и медицине. Орнитинный цикл. Биосинтез белка. Процесс трансляции. Инициация трансляции, элонгация и терминация. Полисомы. Регуляция синтеза белка. Посттрансляционные изменения в молекуле белка,	2

	процессинг.	
3.	<p>Ферменты. Ферментативный катализ, белки-ферменты. Основные положения теории ферментативного катализа. Кинетика ферментативного катализа. Химические механизмы ферментативного катализа. Кофакторы и коферменты. Влияние физических и химических факторов на активность ферментов. Механизм ингибирования ферментов. Специфичность ферментов. Классификация ферментов и ее принципы. Регуляция активности и синтез ферментов. Множественные формы ферментов. Использование ферментов в биотехнологии и медицине.</p>	2
4.	<p>Нуклеиновые кислоты. Состав, строение, функции. Роль нуклеиновых кислот в живом организме. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Типы нуклеиновых кислот. Структура ДНК. Структура и функционирование хроматина. ДНК хлоропластов, митохондрий, вирусов и бактерий. Роль ДНК как носителя наследственной информации в клетке. Структура рибонуклеиновых кислот. Типы РНК. Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот.</p> <p>Обмен нуклеиновых кислот. Распад нуклеопротеинов. Нуклеазы. Синтез и распад пуриновых нуклеотидов. Синтез и распад пиримидиновых нуклеотидов. Биосинтез нуклеиновых кислот и ДНК-полимеразы. Репликация. Транскрипция.</p>	2
5.	<p>Общие понятия об обмене веществ и энергии в организме. Круговорот веществ в биосфере. Биологические объекты как стационарные системы. Сопряжение биохимических реакций. Метаболические цепи, сети и циклы. Обратимость биохимических процессов. Катаболические и анаболические процессы. Единство основных метаболических путей во всех живых системах. Энергетика обмена веществ. Основные понятия биоэнергетики. Макроэнергетические соединения. Энергетическое сопряжение. Компоненты дыхательной цепи. Структура дыхательной цепи. Химосмотическая теория сопряжения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. Электрохимическое сопряжение в мембранах и окислительное фосфорилирование, синтез АТФ. Механизмы окислительного и фотофосфорилирования. Механизмы разобщения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания. АТФ-азы их строение и функция. Общность мембранных преобразователей митохондрий, хлоропластов и хроматофоров. Альтернативные функции биологического окисления. Термогенез. Цитохром Р-450 и окислительная деструкция ксенобиотиков. Активные формы кислорода, их образование и обезвреживание. Значение активных форм кислорода для функционирования клетки.</p>	2
6.	<p>Углеводы и их обмен. Классификация углеводов. Важнейшие представители моно-, олиго- и полисахаридов. Функции углеводов. Биосинтез крахмала и гликогена. Общая характеристика процессов распада углеводов. Гликолиз и гликогенолиз как метаболическая система. Спиртовое, молочнокислое, маслянокислое брожение. Аэробный и анаэробный распад углеводов. Механизм окисления пировиноградной кислоты. Цикл дикарбоновых и трикарбоновых кислот. Прямое окисление углеводов. Пентозофосфатный путь. Глиоксилатный цикл. Глюконеогенез.</p>	2

7.	<p>Липиды и их обмен. Липофильные соединения и классификация липидов. Жирные кислоты. Нейтральные жиры и их свойства. Фосфолипиды. Гликолипиды и сульфолипиды. Стерины. Воска. Изопреноиды. Терпеноиды и каротиноиды. Липолиз. Окислительный распад жирных кислот. Биосинтез жирных кислот. Биосинтез триглицеридов. Биосинтез холестерина и его регуляция. Синтез желчных кислот. Биосинтез изопреноидов, терпеноидов и каротиноидов. Структура и функции липопротеинов, их использование в медицине.</p>	2
8.	<p>Водный и минеральный обмен. Вода и ее роль в живых организмах. Минеральный состав клеток. Микроэлементы. Методы аналитической бионеорганической химии. Поддержание ионного гомеостаза клеток. Транспортные АТФазы и ионные каналы.</p> <p>Витамины и другие биологически активные вещества. Роль витаминов в питании животных и человека. Витамины как антиоксиданты, прокоферменты, прогормоны. Антивитамины. Нуклеотиды как коферменты. Простагландины как производные полиненасыщенных жирных кислот. Биогенные амины. Железопорфирины. Хлорофилл и другие растительные пигменты.</p>	1
9.	<p>Гормоны и регуляция обмена веществ. Классификация гормонов. Характеристика инсулина, адреналина, гормона роста, тиреотропина, АКТГ, МСГ, паратгормона гастрин, окситоцина и вазопрессина. Рецепторы гормонов. Мембранные рецепторы и вторичные посредники. Рецепторзависимые ионные каналы. Гормонзависимая химическая модификация белков. Протеинкиназы. Простагландины. Внутриклеточные и ядерные рецепторы гормонов, их влияние на экспрессию генов. Апоптоз, молекулярные механизмы апоптоза и митоптоза.</p>	2
10.	<p>Взаимосвязь обменов и уровни регуляции процессов жизнедеятельности. Единство процессов обмена веществ. Связь процессов катаболизма и анаболизма, энергетических и конструктивных процессов. Энергетика обмена веществ. Взаимосвязь между обменами белков, углеводов и липидов. Способы регулирования метаболизма. Регулирование экспрессии генов. Регулирование активности ферментов субстратом, продуктом и метаболитами. Молекулярные основы гомеостаза клетки.</p>	1
	Итого	18

Практические занятия

№	Тема занятия	Кол-во час.
1.	<p>Ознакомление с методами определения активности различных ферментов (включая подготовительный этап приготовления необходимых реактивов для анализа, гомогенатов ткани, центрифугирования и определения активности фермента):</p> <p>а) оксидоредуктазы; б) протеолитические ферменты; в) ферменты лизосомального аппарата клетки (фосфатазы, ДНКазы и</p>	10

	РНКазы, β -глюкозидазы, β -галактозидазы, катепсина В и D); г) трансферазы; д) Na ⁺ /K ⁺ АТФаза.	
2.	Освоение методов количественного определения содержания белка в тканях рыб и водных беспозвоночных а) по методу Лоури, б) по методу Бредфорд, в) прямого спектрофотометрического определения по поглощению в области 200-220 нм	4
3.	Ознакомление с современными методами исследования липидов а) разделение общих липидов методом тонкослойной хроматографии; б) анализ отдельных фракций фосфолипидов с помощью высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ); в) изучение жирнокислотного состава общих липидов методом газожидкостной хроматографии.	10
4.	Ознакомление с современными методами исследования низкомолекулярных пептидов: а) определение качественного и количественного состава низкомолекулярных пептидов; б) определение активности глутатион S-трансферазы.	8
5.	Ознакомление с методами исследования углеводов, определение содержания глюкозы, гликогена, лактата в различных органах животных.	4
	Итого	36

Семинары

№	Тема занятия	Кол-во час.
1.	Семинар-дискуссия по теме «Современные методы биохимических исследований».	2
2.	Обсуждение кратких сообщений по теме «Биологическое окисление».	2
3.	Текущий контроль знаний по теме «Аминокислоты, белки», семинар-конференция по теме «Ферменты»: обсуждение подготовленных сообщений и презентаций.	2
4.	Опрос по теме «Обмен нуклеиновых кислот».	2
5.	Обсуждение и анализ литературы по теме «Углеводы и их обмен».	2
6.	Текущий контроль знаний и семинар-конференция на тему «Липиды и их обмен».	2
7.	Семинар-конференция по теме «Вода и ее роль в живых организмах. Минеральный состав клеток».	2
8.	Обзор кратких сообщений по современным концепциям и теориям по теме «Биологически активные вещества».	2
9.	Семинар-обсуждение по теме «Способы регулирования метаболизма».	2

	Итого	18
--	--------------	-----------

9. Методические материалы для текущего контроля

1. Темы для подготовки к семинару «Современные методы биохимических исследований»:

1. Качественный и количественный анализ.
2. Электрофорез.
3. Хроматография.
4. Оптические методы.
5. Рентгеноструктурный и спектральный анализы.
6. Ауторадиография.
7. Иммунологический метод.
8. Цитобиофизический метод.
9. Иммуноферментный анализ.
10. Метод полимеразной цепной реакции.

2. Темы для подготовки к семинару «Биологическое окисление»:

1. АТФ – универсальный источник энергии в биологических системах.
2. Макроэргические соединения.
3. Энергетическое сопряжение.
4. Терминальное окисление.
5. Механизмы активации кислорода.
6. Электронтрансферные реакции.
7. Убихинон, железо-серные белки и цитохромы как компоненты дыхательной цепи.
8. Локализация окислительных процессов в клетке.
9. Митохондрии и их роль как биоэнергетических машин.
10. Структура дыхательной цепи.
11. Химиосмотическая теория сопряжения окислительного фосфорилирования и тканевого дыхания.
12. Электрохимическое сопряжение в мембранах и окислительное фосфорилирование.
13. Механизмы окислительного и фотофосфорилирования.
14. Разобшители и ионофоры.
15. Альтернативные функции биологического окисления.

3. Вопросы к контрольной работе по теме "Аминокислоты, белки":

1. Охарактеризуйте методы выделения и очистки белков из биологического материала.
2. Какие существуют критерии гомогенности белка?
3. Как классифицируют аминокислоты?
4. Охарактеризуйте аминокислотный состав белка.
5. Перечислите универсальные качественные реакции аминокислот.
6. Можно ли нингидриновой реакцией отличить глицин от пролина?
7. Дайте определение изоэлектрической точки аминокислоты.
8. Что обозначают величины рК и рI.?
9. Чем объясняются основные свойства лизина и кислотные свойства аспарагиновой кислоты?

10. Какие взаимодействия возможны между радикалами аминокислот: а) глут и тре, гис и сер, асп и тир; б) асп и арг; в) иле и лей, фен и три?
11. Какие существуют доказательства полипептидной теории строения белка?
12. Что понимают под первичной и вторичной структурой белка?
13. Какие существуют методы определения первичной структуры белка?
14. Что представляет собой α -структура полипептидной цепи. Каково расположение водородных связей, стабилизирующих α -спираль и β -структуру белка?
15. Каковы основные параметры α -спирали?
16. В чем выражается видовая специфичность первичной структуры инсулина и вариации первичной структуры гемоглобина человека?
17. Каковы причины, нарушающие регулярность вторичной структуры белка?
18. Что такое третичная структура белка и какие силы ее поддерживают?
19. Что понимают под четвертичной структурой белка?
20. Каково число субъединиц и их пространственное расположение в молекулах гемоглобина, вируса табачной мозаики и лактатдегидрогеназы?
21. По каким признакам классифицируют белки?
22. Каковы основные функции белков в организме?

4. Перечень рефератов по теме «Белки и их обмен»:

1. Специфическая роль белковых веществ в явлениях жизни.
2. Принципы выделения, очистки и количественного определения белков.
3. Пептидная связь, ее свойства и влияние на конформацию полипептидов.
4. Теория строения белковой молекулы.
5. Уровни структурной организации белков.
6. Глобулярные и фибриллярные белки.
7. Методы изучения белков.
8. Денатурация белков и полипептидов.
9. Фолдинг и рефолдинг.
10. Классификация белков.
11. Протеомика.
12. Взаимодействие белков и малых лигандов.
13. Структура миоглобина, гемоглобина и связывание ими кислорода.
14. Первичный синтез аминокислот у растительных организмов и микробов.
15. Переаминирование и другие пути превращения аминокислот.
16. Вторичное образование аминокислот при гидролизе белков.
17. Использование протеолитических ферментов в промышленности и медицине.
18. Биохимия распада аминокислот.

5. Темы для подготовки к семинару «Ферменты»:

1. История развития энзимологии.
2. Методы выделения и очистки ферментов.
3. Основные положения теории ферментативного катализа.
4. Энергия активации ферментативных реакций.
5. Понятие об активном центре фермента и методы его изучения.
6. Теория индуцированного активного центра.
7. Кинетика ферментативного катализа.

8. Обратимость действия ферментов.
 9. Константа Михаэлиса и методы ее нахождения.
 10. Химические механизмы ферментативного катализа (сериновые протеазы, пиридоксальный катализ, карбогидратаза, рибонуклеаза и др.).
 11. Кофакторы в ферментативном катализе.
 12. Простетические группы и коферменты.
 13. Влияние физических и химических факторов на активность ферментов.
 14. Специфические активаторы и ингибиторы ферментативных процессов.
 15. Модели кооперативного функционирования ферментов.
 16. Локализация ферментов в клетке.
 17. Специфичность ферментов.
 18. Классификация ферментов и ее принципы.
 19. Мультиферментные системы.
 20. Использование ферментов в биотехнологии и медицине.
6. Темы для подготовки к семинару «Углеводы и их обмен»:
1. Природные углеводы и их производные.
 2. Классификация углеводов.
 3. Стереохимия углеводов.
 4. Наиболее широко распространенные в природе гексозы и пентозы и их свойства.
 5. Взаимопревращения моносахаридов.
 6. Методы разделения и идентификация углеводов.
 7. Методы изучения первичной, вторичной и более высоких уровней структурной организации полисахаридов, гликопротеинов и протеогликанов.
 8. Фосфорные эфиры сахаров и роль фосфорной кислоты в процессах превращения углеводов в организме.
 9. Продукты окисления и восстановления моносахаридов.
 10. Образование уроновых кислот и биогенез пентоз у растений.
 11. Гликозиды и дубильные вещества, их свойства, ферментативные превращения и роль в пищевой промышленности. Ферменты, гидролизующие олигосахариды.
 12. Роль амилаз в промышленности и пищеварении.
 13. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны, их синтез и участие в построении соединительной ткани. Углеводы водорослей.
 14. Общая характеристика процессов распада углеводов.
 15. Гликолиз и гликогенолиз как метаболическая система.
 16. Взаимосвязь процессов гликолиза, брожения и дыхания.
 17. Энергетическая эффективность гликолиза, гликогенолиза и брожения.
 18. Прямое окисление углеводов.
7. Вопросы к контрольной работе по теме " Липиды":
1. В чем состоит отличие простых липидов от сложных?
 2. Какие признаки положены в основу классификации липидов?
 3. Чем отличаются растительные жиры от животных?
 4. Какова структура восков?
 5. Чем отличаются стеролы от стеридов?
 6. Какие соединения называют стероидами?

7. Какова структура фосфолипидов?
 8. Как классифицируют фосфолипиды?
 9. Какую роль играют фосфолипиды в строении мембран и клеточной проницаемости?
 10. Какова структура и роль гликолипидов?
 11. Какую структуру имеют диольные липиды?
 12. Каково их биологическое значение?
 13. Какие соединения называют орнителинолипидами?
 14. Какова биологическая роль орнителинолипидов?
8. Темы для подготовки к семинару «Липиды и их обмен»:
1. Липофильные соединения и классификация липидов.
 2. Жирные кислоты.
 3. Нейтральные жиры и их свойства.
 4. Фосфолипиды.
 5. Гликолипиды и сульфолпиды.
 6. Стерины, холестерин, желчные кислоты.
 7. Диольные липиды.
 8. Участие фосфатидов и других липидов в построении биологических мембран.
 9. Воска и стероиды.
 10. Изопреноиды.
 11. Терпеноиды и каротиноиды.
 12. Липолиз.
 13. Окислительный распад жирных кислот.
 14. Биосинтез жирных кислот.
 15. Биосинтез триглицеридов.
 16. Превращение жиров при созревании и прорастании семян и плодов.
 17. Строение и функции мембран в клетке.
 18. Значение фосфатидов в пищевой промышленности.
 19. Биосинтез холестерина и его регуляция.
 20. Синтез желчных кислот.
9. Темы для подготовки к семинару «Вода и ее роль в живых организмах. Минеральный состав клеток»:
1. Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах.
 2. Основные понятия электрохимии водных растворов.
 3. Закон действующих масс, константы диссоциации кислот и оснований, водородный показатель (рН), буферные растворы.
 4. Минеральный состав клеток.
 5. Микроэлементы.
 6. Поддержание ионного гомеостаза клеток.
 7. Транспортные АТФазы и ионные каналы.
10. Перечень рефератов по теме «Гормоны»:
1. Классификация гормонов.

2. Рецепторы гормонов.
3. Тканевая и видовая специфичность рецепторов гормонов.
4. Гормоны с трансмембранным механизмом действия.
5. Мембранные рецепторы и вторичные посредники.
6. G-белки.
7. Рецепторзависимые ионные каналы.
8. Гормонзависимая химическая модификация белков.
9. Внутриклеточные и ядерные рецепторы гормонов, их влияние на экспрессию генов.
10. Стимуляторы роста растений и микроорганизмов; гербициды; антибиотики; фитонциды и их регуляторная роль.
11. Рецепция света живыми системами.
12. Апоптоз, молекулярные механизмы апоптоза и митоптоза.

11. Темы для подготовки к семинару «Биологически активные вещества»:

1. Витамины, коферменты и другие биологически активные соединения.
2. Роль витаминов в питании животных и человека.
3. Витамины как компоненты ферментов.
4. Витаминоподобные вещества. Витамин С.
5. Витамины – антиоксиданты.
6. Витамины – прокоферменты.
7. Витамины – прогормоны.
8. Антивитамины.
9. Нуклеотиды как коферменты.
10. Простагландины как производные полиненасыщенных жирных кислот.
11. Биогенные амины.
12. Железопорфирины.
13. Хлорофилл и другие растительные пигменты.
14. Понятие о цитокинах и хемокинах.

12. Темы для подготовки к семинару «Способы регулирования метаболизма»:

1. Регулирование экспрессии генов. Наследственные болезни.
2. Регулирование активности ферментов субстратом, продуктом и метаболитами.
3. Молекулярные основы гомеостаза клетки.
4. Гормональная регуляция.

10. Методические материалы для оценивания итоговых результатов обучения по дисциплине

Программа кандидатского экзамена.

12. Учебная литература

Основная литература:

1. Берёзов Т.Т., Коровкин Б.Ф. Биологическая химия. М.: Медицина. 2002
2. Биохимия : учебник для вузов / [В. Г. Щербаков и др.] ; В. Г. Щербаков (ред.). - 3-е изд., испр. и доп. - СПб.: ГИОРД, 2009. - 467 с.: ил.

3. Биохимия человека: в 2 т. / Р. Марри [и др.] ; пер. с англ. : М. Д. Гроздова [и др.] ; ред. : Л. М. Гинопман, В. И. Кандор, Т. 2. - М.: Мир: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2009. - 414 с. : ил., табл.
4. Биохимия. Тесты и задачи: Учебное пособие / Под ред. Е.С. Северина. М.: ВЕДИ, 2005.
5. Биохимия: Учебник / Под ред. Е.С. Северина. 2-е изд., испр. М.: ГЕОТАР – МЕД. 2004.
6. Биохимия: учебник для студентов медицинских вузов / [Л. В. Авдеева [и др.]; под редакцией Е. С. Северина. - 5-е изд., испр. и доп. - Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015. - 759 с. : ил., табл.
7. Высоцкая Р.У., Егорова А.А.. Лабораторные работы по биологической химии. Петрозаводск: Изд-во КГПУ, 2007
8. Димитриев, А.Д. Биохимия Электронный ресурс: учебное пособие / А.Д. Димитриев. - Саратов: Вузовское образование, 2018. - 111 с.
9. Кольман Я., Рём К.-Г. Наглядная биохимия. М.: Мир. 2000.
10. Коничев А.С., Севастьянова Г.А. Молекулярная биология. М.: Изд. Центр «Академия», 2003.
11. Ленинджер А. Биохимия. М.: Мир, 1985. Т. 1-3.
12. Мецлер Д.. Биохимия. М.: Мир, 1980. – Т.1-3
13. Митякина, Ю.А. Биохимия: Учебное пособие. - 1. - Москва: Издательский Центр РИОР: ООО "Научно-издательский центр ИНФРА-М", 2017. - 113 с.
14. Ребров В.Г., Громова О.А.. Витамины, макро- и микроэлементы. М.: ГЕОТАР-Медиа, 2008.
15. Спирин А.С.. Молекулярная биология. Структура и биосинтез нуклеиновых кислот. М: Высшая школа, 1990
16. Спирин А.С.. Молекулярная биология. Рибосомы и биосинтез белка. М: Академика, 2009.
17. Справочник биохимика / Доусон Р., Эллиот Д., Эллиот У, Джонс К.: Пер. с англ. М.: Мир, 1991.
18. Страйер Л.. Биохимия. М.: Мир, 1985. – Т.1-3
19. Уайт А. и др. Основы биохимии. М.: Мир, 1984. Т. 1-3.
20. Хелдт, Г.-В. Биохимия растений. Москва: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. - 471 с. : Пер. изд.: Plant biochemistry / Heldt Hans-Walter in coop. with Heldt Fiona. Amsterdam [etc.]: Elsevier, cop. 2005.
21. Шлейкин, А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 1. Методические основы и правила работы в лаборатории биохимии Электронный ресурс: учебное пособие / А.Н. Бландов / Н.Н. Скворцова / А.Г. Шлейкин. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, Институт холода и биотехнологий, 2015. - 68 с.
22. Шлейкин, А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 2. Белки. Ферменты. Витамины Электронный ресурс: учебное пособие / А.Н. Бландов / Н.Н. Скворцова / А.Г. Шлейкин. - Санкт-Петербург : Университет ИТМО, 2015. - 106 с.
23. Шлейкин, А.Г. Биохимия. Лабораторный практикум. Часть 3. Углеводы. Липиды Электронный ресурс: учебное пособие / А.Н. Бландов / Н.Н. Скворцова / А.Г. Шлейкин. - Санкт-Петербург: Университет ИТМО, 2015. - 64 с.
24. Антончик А.В., Жабинский В.Н., Хрипач В.А. Синтез стероидов, оксигенированных в терминальном фрагменте боковой цепи (обзорная статья). Биоорганическая химия. 2008. Т. 34. № 4. С. 437-450.

25. Говорун В.М., Иванов В.Т. Протеомика и пептидомика в фундаментальных и прикладных медицинских исследованиях (обзорная статья). *Биоорганическая химия*. 2011. Т. 37. № 2. С. 199-215.
26. Ефременкова О.В. Ауторегуляторы группы а-фактора (обзорная статья). *Биоорганическая химия*. 2016. Т. 42. № 5. С. 508-525.
27. Жаркова М.С., Орлов Д.С., Кокряков В.Н., Шамова О.В. Антимикробные пептиды млекопитающих: классификация, биологическая роль, перспективы практического применения (обзорная статья). *Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 3. Биология*. 2014. № 1. С. 98-114.
28. Йонг Х., Джи Л.Ц., Ксюе Л.Ю., Тинг Ш.К., Цан Б.В., Ксянг Ч.Ч. Молекулярные функции малых регуляторных некодирующих РНК. *Биохимия*. Т. 78. № 1. 2013. С. 303-313.
29. Пономаренко Е.А., Ильгисонис Е.В., Лисица А.В. Технологии знаний в протеомике (обзорная статья). *Биоорганическая химия*. 2011. Т. 37. № 2. С. 190-198.
30. Ходырева С.Н., Лаврик О.И. Аффинная модификация в протеомном исследовании ансамблей репарации ДНК (обзорная статья). *Биоорганическая химия*. 2011. Т. 37. № 1. С. 91-107.
31. Шатская Г.С., Дмитриева Т.М. Структурная организация вирусных рнк-зависимых РНК-полимераз. *Биохимия*. Т. 78. № 1. 2013. С. 314-319.
32. Шацких А.С., Гвоздев В.А. Формирование гетерохроматина и транскрипция в связи с транс-инактивацией генов и их пространственной организацией в ядре. *Биохимия*. Т. 78. № 6. 2013. С. 784-794.
33. Штирбет А., Ризниченко Г., Рубин А., Говинджи Моделирование кинетики флуоресценции хлорофилла А: связь с фотосинтезом (обзор). *Биохимия*. 2014. Т. 79. № 4. С. 379-412.
34. Aikawa S., Hashimoto T., Kano K., Aoki J. Lysophosphatidic acid as a lipid mediator with multiple biological actions. *Journal of Biochemistry*. 2015. Т. 157. № 2. С. 81-89.
35. Bebenek K., Pedersen L.C., Kunkel T.A. Structure-function studies of DNA polymerase λ . *Biochemistry*. 2014. Т. 53. № 17. С. 2781-2792.
36. Boon E.M., Nisbett L.-M. Nitric oxide regulation of h-nox signaling pathways in bacteria. *Biochemistry*. 2016. Т. 55. № 35. С. 4873-4884.
37. Cerqueira N.M.F.S.A., Oliveira E.F., Gesto D.S., Santos-Martins D., Moreira C., Moorthy H.N., Ramos M.J., Fernandes P.A. Cholesterol biosynthesis: a mechanistic overview. *Biochemistry*. 2016. Т. 55. № 39. С. 5483-5506.
38. Chen B. Hiv capsid assembly, mechanism, and structure. *Biochemistry*. 2016. Т. 55. № 18. С. 2539-2552.
39. Furse S., Scott D.J. Three-dimensional distribution of phospholipids in gram negative bacteria. *Biochemistry*. 2016. Т. 55. № 34. С. 4742-4747.
40. Hannibal L., Tomasina F., Demicheli V., Tórtora V., Radi R., Capdevila D.A., Alvarez-Paggi D., Murgida D.H., Jemmerson R. Alternative conformations of cytochrome C: structure, function, and detection. *Biochemistry*. 2016. Т. 55. № 3. С. 407-428.
41. Koyama M., Kurumizaka H. Structural diversity of the nucleosome. *Journal of Biochemistry*. 2018. Т. 163. № 2. С. 85-95.
42. Koyama M., Kurumizaka H. Structural diversity of the nucleosome. *Journal of Biochemistry*. 2018. Т. 163. № 2. С. 85-95.
43. Manzetti S., Zhang J., Van Der Spoel D. Thiamin function, metabolism, uptake, and transport. *Biochemistry*. 2014. Т. 53. № 5. С. 821-835.
44. Mazunin I.O., Patrushev M.V., Kamenski P.A., Levitskii S.A. Mitochondrial matrix processes. *Biochemistry (Moscow)*. 2015. Т. 80. № 11. С. 1418-1428.
45. Milto I.V., Suhodolo I.V., Klimenteva T.K., Prokopieva V.D. Molecular and cellular bases of iron metabolism in humans. *Biochemistry (Moscow)*. 2016. Т. 81. № 6. С. 549-564.

46. Muronetz V.I., Kuravsky M.L., Barinova K.V., Schmalhausen E.V. Sperm-specific glyceraldehyde-3-phosphate dehydrogenase-an evolutionary acquisition of mammals. *Biochemistry (Moscow)*. 2015. T. 80. № 13. С. 1672-1689.
47. Postnikova G.B., Shekhovtsova E.A. Myoglobin: oxygen depot or oxygen transporter to mitochondria? a novel mechanism of myoglobin deoxygenation in cells (review). *Biochemistry (Moscow)*. 2018. T. 83. № 2. С. 168-183.
48. Putlyaev E.V., Ibragimov A.N., Lebedeva L.A., Georgiev P.G., Shidlovskii Y.V. Structure and functions of the mediator complex. *Biochemistry (Moscow)*. 2018. T. 83. № 4. С. 423-436.
49. Rackayova V., Cudalbu C., Pouwels P.J.W., Braissant O. Creatine in the central nervous system: from magnetic resonance spectroscopy to creatine deficiencies. *Analytical Biochemistry*. 2017. T. 529. С. 144-157.
50. Rae C.D., Williams S.R. Glutathione in the human brain: review of its roles and measurement by magnetic resonance spectroscopy. *Analytical Biochemistry*. 2017. T. 529. С. 127-143.
51. Rogov A.G., Sukhanova E.I., Uralskaya L.A., Zvyagilskaya R.A., Aliverdieva D.A. Alternative oxidase: distribution, induction, properties, structure, regulation, and functions. *Biochemistry (Moscow)*. 2014. T. 79. № 13. С. 1615-1634.
52. Schmitt D.L., An S. Spatial organization of metabolic enzyme complexes in cells. *Biochemistry*. 2017. T. 56. № 25. С. 3184-3196.
53. Tatulian S.A. Structural dynamics of insulin receptor and transmembrane signaling. *Biochemistry*. 2015. T. 54. № 36. С. 5523-5532.
54. Valueva T.A., Zaichik B.T., Kudryavtseva N.N. Role of proteolytic enzymes in the interaction of phytopathogenic microorganisms with plants. *Biochemistry (Moscow)*. 2016. T. 81. № 13. С. 1709-1718.
55. Wickner R.B., Edskes H.K., Bateman D.A., Kelly A.C., Gorkovskiy A., Dayani Y., Zhou A. Amyloids and yeast prion biology. *Biochemistry*. 2013. T. 52. № 9. С. 1514-1527.

Дополнительная литература

1. Албертс Б. и др. Молекулярная биология клетки. М.: Мир, 1994. – Т. 1-3
2. биологических процессов. Петрозаводск: КарНЦ РАН, 2011.
3. Болдырев А.А., Кяйвяряйнен Е.И., В.А. Илюха. Биомембранология: Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2006.
4. Варфоломеев С.Д. Простагландины – новый тип биологических регуляторов // Соросовский образовательный журнал. 1996. № 1. С. 40-47.
5. Высоцкая Р.У., Егорова А.А.. Биологический синтез белка: учебное пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр, 2011.
6. Высоцкая Р.У., Морозов Д.Н. Витамины, их роль в процессах жизнедеятельности организмов: учебное пособие. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2012. 136 с.
7. Замятнин А.А. Компьютерная биохимия эндогенных регуляторных олигопептидов // Успехи биологической химии. 1996. Т. XXXVI. С. 87-112.
8. Лысенко Л.А., Немова Н.Н., Н.П. Канцерова. Протеолитическая регуляция
9. Марри Р., Греннер Д., Мейес П., Родуэл В.. Биохимия человека. М.: Мир, 1993. – Т.1-3
10. Методы компьютерного моделирования для исследования полимеров и биополимеров/ Отв. редакторы В.А. Иванов, А.Л. Рабинович, А.Р. Хохлов. М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2009.
11. Немова Н.Н., Бондарева Л.А.. Протеолитические ферменты: Учебное пособие. Петрозаводск: Изд-во КарНЦ РАН, 2004
12. Панин Л.Е.. Биохимические механизмы стресса. Новосибирск: Наука, 1983.

13. Покровский А.А., Тутельян В.А.. Лизосомы. М.: Наука, 1976.
14. Степанов В.М. Молекулярная биология. Структура и функция белков. М.: Высшая школа, 1996.

13. Перечень ресурсов информационно-телекоммуникационной сети «Интернет»

Электронный ресурсы научной библиотеки КарНЦ РАН

[режим доступа: <http://library.krc.karelia.ru/>]

Электронная научная библиотека eLIBRARY.RU

[режим доступа: <http://elibrary.ru/defaultx.asp>]

Электронная юбиблиотека ОБН РАН

[режим доступа: <http://www.sevin.ru/library/>]

Библиотека по естественным наукам РАН

[режим доступа: <http://www.benran.ru/>]

Электронная научная библиотека Wiley Online Library

[режим доступа: <http://onlinelibrary.wiley.com/>]

Электронная научная библиотека издательства Springer

[режим доступа: <http://www.springer.com/gp/>]

Электронная научная библиотека издательства Elsevier

[режим доступа: <http://www.elsevier.com/>]

Библиографическая и реферативная база данных Scopus

[режим доступа: <http://www.scopus.com/>]

Национальная библиотека Республики Карелия

[режим доступа: <http://library.karelia.ru/>]

Медико-биологический информационный портал и поисковая система Medline

[режим доступа: <http://www.medline.ru/medsearch/>]

Национальная библиотека США по Медицине PubMed

[режим доступа: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/>]

14. Материально-техническое обеспечение

Оборудование для пробоподготовки, выделения веществ и органелл:

Холодильные и морозильные камеры, в т.ч. низкотемпературные, сосуды Дьюара СДСТ-35, IC 20 RX;

Гомогенизатор Qiagen Tissue Lyser LT (Qiagen, Германия);

Центрифуга Allegra 64R Centrifuge (BeckmanCoulter).

Ультрацентрифуга с набором роторов Optima Beckman LE 80 (BeckmanCoulter).

Центрифуга Rotina 35R (Hettich, Германия). Центрифуга с охлаждением на 24 места Eppendorf Centrifuge 5415R (Eppendorf, США).

Универсальный комплект микроволновой и фотолизной пробоподготовки.

Оборудование для разделения сложных белковых смесей, отчистки, выделения и изучения свойств и функций пептидов, белков, ферментов:

Система для гель хроматографии LKB;

Специализированная камера для электрофореза Mini-PROTEAN® Tetra Vertical Electrophoresis Cell (Bio-Rad);

Гель-документирующая система ChemiDoc™;

Система блоттинга Trans-Blot® Turbo™;
Камера для вертикального электрофореза Mini-PROTEAN Tetra Cell на 4 геля, для работы с готовыми гелями;
Планшетный монохроматорный флуориметр люминометр спектрофотометр CLARIOstar (BMG LABTECH);
Спектрофотометр СФ-2000 (ЗАО "ОКБ Спектр", Россия);

Оборудование для тонкослойной, газожидкостной и высокоэффективной жидкостной хроматографий, предназначенное для анализа спектра липидов и состава жирных кислот:

Хроматограф газовый лабораторный "МАЭСТРО ГХ";
Жидкостный хроматограф изократический «Стайер» с компьютерным обеспечением (НПК «Аквилон»),
Газовый хроматограф «Хроматэк Кристалл-5000.2» (ЗАО СКБ «Хроматэк», Россия),
Хроматограф газовый Agilent 7890A (Agilent Tech.);
Комплекс для высокоэффективной тонкослойной хроматографии, включающий аппликатор Linomat 5, автоматическую камеру для элюирования ADC2, сканер спектроденситометр TLC Scanner 4 с ПО visionCATS (CAMAG, Швейцария);

Оборудование для гистологических исследований:

Комплекс для гистологических исследований (MICROM).

Оборудование для молекулярно-генетических исследований:

Термоциклер для амплификации нуклеиновых кислот 1000, исполнения C1000 Touch в комплекте с модулем реакционным оптическим CFX96;
Система высокой очистки воды Simplicity с УФ лампой;
Лабораторная микроцентрифуга MiniSpin plus;
Микроцентрифуга-вортекс "Микроспин" FV-2400, 2800 об/мин, роторы R-1,5, R-0.5/0.2
Термостат твердотельный с таймером ТТ-2 "Термит";
Модуль HRM Manager для анализа кривых плавления;
Бокс микробиологической безопасности БМБ-II-"Ламинар-С в исполнении БМБ-II-"Ламинар-С.»-1.2;
Бокс абактериальной воздушной среды для работы с ДНК-пробами при проведении ПЦР-диагностики БАВ-ПЦР-"Ламинар-С."
Термостат твердотельный с таймером ТТ-2 "Термит".

15. Перечень лицензионного программного обеспечения

1. Access 2010 Russian Open License Pack NoLevel Academic Edition – программа для работы с базами данных;
2. Power Point 2007 – программа для создания презентаций.
3. Программное обеспечение в комплекте с научным оборудованием.
4. Пакет программного обеспечения для создания и поддержки генетических баз данных Fingerprinting II Informatix (Bio-Rad, США).

16. Критерии оценивания для итогового контроля

Результаты кандидатского экзамена определяются оценками «отлично», «хорошо», «удовлетворительно», «неудовлетворительно». Оценка выставляется по следующим основаниям:

Оценка «отлично» – ответ построен логично, в соответствии с планом, показано максимально глубокое знание универсальных, общепрофессиональных и профессиональных вопросов, терминов, категорий, понятий, гипотез, концепций и теорий, установлены содержательные межпредметные связи, выдвигаемые положения обоснованы, приведены убедительные примеры, обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделаны содержательные выводы, продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы, в т.ч. зарубежных источников.

Оценка «хорошо» – ответ построен в соответствии с планом, представлены различные подходы к проблеме, но их обоснование не достаточно полно. Установлены межпредметные связи, выдвигаемые положения обоснованы, однако наблюдается непоследовательность анализа и обобщения информации, ответ недостаточно подкреплён примерами. Выводы правильны, продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы, в т.ч. зарубежных источников.

Оценка «удовлетворительно» – ответ построен не достаточно логично, план ответа соблюдается не последовательно, недостаточно раскрыты профессиональные знания. Выдвигаемые положения декларируются, но недостаточно аргументированы, не подкреплены примерами. Не обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделаны выводы, продемонстрировано только знание основной литературы.

Оценка «неудовлетворительно» – ответ построен не логично, план ответа соблюдается не последовательно, не раскрыты профессиональные знания и умения. Научное обоснование вопросов подменено рассуждениями дилетантского характера. Ответ содержит ряд серьезных неточностей и грубых ошибок. Не обнаружен аналитический и комплексный подход к раскрытию материала, сделанные выводы поверхностны или неверны, не продемонстрировано знание основной и дополнительной литературы.