

**Федеральное агентство научных организаций (ФАНО России) Федеральное
государственное бюджетное учреждение науки
ИНСТИТУТ БИООРГАНИЧЕСКОЙ ХИМИИ
им. академиков М.М. Шемякина и Ю.А. Овчинникова
Российской академии наук
(ИБХ РАН)**

СОГЛАСОВАНО:
Ученый совет ИБХ РАН
Протокол № от « » 2021 г.

УТВЕРЖДАЮ:
Директор ИБХ РАН

Ученый секретарь
д.ф.-м.н. В.А.Олейников

академик А.Г.Габибов

от « » 2021 г.

от « » 2021 г.

**РАБОЧАЯ ПРОГРАММА
По дисциплине
ОСНОВЫ БИОХИМИИ**

Направление подготовки:

1.5. Биологические науки

Направленность (профиль) программы:

1.5.4. Биохимия

1.5.6. Биотехнология

1.5.3. Молекулярная биология

Уровень высшего образования: подготовка научных и научно-педагогических кадров в аспирантуре

Квалификация выпускника: Исследователь. Преподаватель-исследователь.

Форма обучения: очная

Составитель курса: д.б.н. Рыскина Е.А.

Рабочая программа составлена на основании федеральных государственных образовательных стандартов высшего образования (ФГОС ВО), разработанных для реализации основных профессиональных образовательных программ высшего образования - программ подготовки научно-педагогических кадров в аспирантуре по направлению 1.5. Биологические науки.

Согласно ФГОС ВО по направлению подготовки 1.5. Биологические науки (уровень подготовки кадров высшей квалификации) и учебному плану аспирантов, разработанного на основе этих требований, дисциплина «Молекулярные механизмы регуляции иммунной системы» является обязательной учебной дисциплиной обязательной части Блока 1 образовательной программы по направленности (профилю) 1.5.4. Биохимия, 1.5.6. Биотехнология, 1.5.3. Молекулярная биология. Объем курса составляет 36 академических часов (1 зачетная единица), из них 18 академических часов лекций, 14 часов самостоятельной внеаудиторной работы аспирантов, включая подготовку к дифференцированному зачету и 4 часа на контроль знаний в форме зачет.

I. Цели и задачи изучения дисциплины.

1.1. Цель курса: дать аспирантам знания об основных закономерностях биохимических процессов и механизмах регуляции обмена веществ.

1.2. Задачи курса: Формирование у аспирантов представлений о предмете исследований, понятийном аппарате и методологической базе биохимии, целостного представления о современном состоянии и перспективах развития биохимии как направления научной и практической деятельности человека.

1.3. Связь с другими дисциплинами: Биохимия как наука о наиболее общих закономерностях химических процессов, происходящих в живом организме, а, следовательно, о наиболее общих законах живой природы, в той или иной степени имеет непосредственную связь практически со всеми дисциплинами, изучаемыми на протяжении всего времени овладения аспирантами образовательной программы по направлению подготовки 1.5. Биологические науки. Курс «Основы биохимии» является обязательной дисциплиной при подготовке специалистов по направлению биохимия и дисциплиной по выбору при подготовке специалистов по направлению биотехнология, биохимия, молекулярная биология.

II. Требования к уровню освоения дисциплины

В рамках данной дисциплины углубляются и развиваются следующие компетенции:

Универсальные компетенции:

- способностью 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 планировать и решать задачи собственного профессионального и личностного развития (УК-5).

Общепрофессиональные компетенции:

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

Профессиональные компетенции:

- способность к самостоятельному проведению научно-исследовательской работы и получению научных результатов, удовлетворяющих установленным требованиям к содержанию диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук по направленности (профилю) «Биотехнология (в том числе бионанотехнологии)» (ПК-1);
- обладание представлениями о системе фундаментальных понятий и методологических аспектов биологии, форм и методов научного познания (ПК-2);
- способность приобретать новые знания с использованием современных научных методов и владение ими на уровне, необходимом для решения задач, возникающих при выполнении профессиональных функций (ПК-3).

В результате освоения дисциплины обучающиеся должны:

Знать:

- основные классы химических компонентов клетки (белки, нуклеиновые кислоты, липиды, углеводы), их биологические функции в клетке;
- молекулярные основы биокатализа, метаболизма, регуляции; химическую организацию и строение клетки эукариот и прокариот;
- метаболизм основных классов веществ и превращение энергии в клетке;
- молекулярные механизмы передачи генетической информации;
- роль ферментов в регуляции метаболических процессов;
- механизмы ингибирования ферментативной активности;
- зависимость ферментативной активности от различных факторов;
- методы теоретического и экспериментального исследования;
- основные методы научно-исследовательской деятельности;
- методы критического анализа и оценки современных научных достижений, а также методы генерирования новых идей при решении исследовательских и практических задач, в том числе в междисциплинарных областях;
- современные способы использования информационно-коммуникационных технологий.

Уметь:

- использовать основные законы естественнонаучных дисциплин в профессиональной деятельности;
- работать с научно-технической информацией;
- выделять и систематизировать основные идеи в научных текстах;
- критически оценивать любую поступающую информацию, вне зависимости от источника;
- при решении исследовательских и практических задач генерировать новые идеи;
- выбирать и применять в профессиональной деятельности экспериментальные методы исследования.

Владеть:

- навыками выбора методов и средств решения задач исследования;
- методами теоретического и экспериментального исследования;
- навыками поиска (в том числе с использованием информационных систем и баз данных), обработки, анализа и систематизации информации; навыками критического анализа и оценки современных научных достижений.

III. Объем дисциплины и виды учебной работы:

Форма обучения – ОЧНАЯ

Общий объем дисциплины: 1 зачетная единица или 36 академических часов.

Всего часов	Аудиторные занятия (час), в том числе:			Самостоятельная Работа (час)	Контроль (час)
	лекции	практические	лабораторные		
36					

		занятия (семинары)	работы		
	16	4	-	12	4
	20				

Распределение аудиторных часов по темам и видам учебной работы:

№	Наименование тем и разделов (час), (с развернутым содержанием курса в том числе: по каждой теме и разделу)	Аудиторные занятия (час) в том числе	
		Лекции	Семинары
1	Предмет и задачи биохимии, перспективы развития. Структура и функции биомолекул. Структура и функции белков.	2	-
2	Витамины и другие биологически активные вещества. Методология биохимических исследований (выделение и идентификация молекул).	2	-
3	Ферменты. Кинетика ферментативных реакций. Регуляция активности ферментов. Активаторы и Ингибиторы. Каскадный принцип регулирования ферментов. Гормональная регуляция метаболизма.	2	-
4	Биологическое окисление субстратов.	2	-
5	Введение - химия углеводов. Метаболизм глюкозы.	2	
6	Введение - химия липидов. Метаболизм липидов.	2	
7	Обмен аминокислот. Цикл мочевинообразование.	2	
8	Свободнорадикальные процессы в клетки.	2	
9	Ксенобиотики. Подготовка к зачету.	2	
	Всего:	18	
	Итого:	18	

IV. Содержание курса «ОСНОВЫ БИОХИМИИ»

Раздел 1.

**Предмет и задачи биохимии, перспективы развития.
Структура и функции биомолекул.**

Предмет и задачи биохимии, перспективы развития. Единство химической природы живой материи. Представления об обмене веществ, энергии и информации: метаболизм, катаболизм, анаболизм, рецепторные системы, хранение и передача информации. Молекулярные компоненты клетки – структура и функции белков, нуклеиновых кислот, липидов и углеводов. Белки. Уровни структурной модификации белка. Природа межмолекулярных взаимодействий, обеспечивающих структуру белков (ионные взаимодействия, водородные связи, гидрофобные взаимодействия, дисульфидные связи). Посттрансляционная модификация белков. Конформационная подвижность белка.

Раздел 2.
Витамины и другие биологически активные вещества.
Методология биохимических исследований.

Витамины и их коферментная функция. Пуриновые и пиримидиновые основания. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды. Гормоны и их функции. Механизм передачи гормонами сигнала. Вторичные мессенджеры передачи сигналов: циклические нуклеотиды, ионы Ca²⁺, фосфатидилинозит. Методы выделения и идентификации биологических молекул. Методы анализа свойств и активности биологических молекул. Подходы к установлению путей передачи сигнала.

Раздел 3.
Ферменты.

Понятие о катализе и кинетики биохимических процессов. Зависимость активности ферментов от различных внутренних факторов – pH, температуры. Активаторы и Ингибиторы. Типы ингибирования ферментативной активности. Регуляция активности ферментов. Ингибирование по типу отрицательной обратной связи. Каскадный принцип регулирования ферментов. Стехиометрическое регулирование (алло- и изостерические ингибиторы и активаторы ферментов). Регулирование ферментов их ковалентной модификацией: фосфорилирование, ацилирование, ADP-рибозилирование. Протеинкиназы и протеинфосфатазы.

Раздел 4.
Биологическое окисление субстратов.

Биологическое окисление органических соединений, цикл Кребса, цепь переноса электронов, окислительное фосфорилирование. Коферменты - продукты окислительных реакций. Структура митохондрий и локализация компонентов дыхательной цепи млекопитающих. Перенос восстановительных эквивалентов через мембрану митохондрий. Ферменты дыхательной цепи. Синтез АТФ в аэробных клетках.

Раздел 5.
Метаболизм глюкозы.

Природные углеводы и их производные. Стереохимия углеводов. Гликозиды, amino-, фосфо-, сульфосахариды. Олигосахариды. Альдо- и кетосахара и их дезоксипроизводные. Гликолиз и глюконеогенез. Гексокиназная и глюкокиназная реакции. Гликолитическая оксидоредукция. Регулирование гликолиза. Обратимость гликолиза и глюконеогенеза. ПФП. Включение гексоз и пентоз в гликолитический распад. Молочнокислое и спиртовое брожение. Образование АТФ, сопряженное с распадом глюкозо-6-фосфата до молочной кислоты. Окислительное декарбоксилирование пирувата. Ацетил-КоА - универсальный интермедиат распада жиров, углеводов и белков.

Раздел 6.
Метаболизм липидов.

Липофильные соединения. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Биосинтез и катаболизм жирных кислот, триглицеридов, фосфолипидов. Биосинтез и катаболизм нуклеиновых кислот. Липазы и фосфолипиды. Включение глицерина в гликолитические реакции. Активация жирных кислот. Роль карнитина в транспорте жирных кислот в

митохондрии. Окислительный распад жирных кислот (β-окисление). Конечные продукты распада жирных кислот. Образование ацетоацетата. Источники ацетил-СоА для синтеза жирных кислот. Система синтеза жирных кислот.

Раздел 7.

Обмен аминокислот. Цикл мочевинообразования.

Природные аминокислоты. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот. Биосинтез и катаболизм аминокислот. СоА и ацилпереносящие белки. Переаминирование. Декарбоксилирование аминокислот. Окислительное дезаминирование аминокислот. α-Кетокислоты - продукты распада аминокислот. Детоксикация аммиака. Синтез мочевины в качестве конечного продукта обмена азотистых соединений. Конечные продукты и схемы распада пуриновых и пиримидиновых оснований. Глутамин как транспортная форма аммиака.

Раздел 8.

Свободнорадикальные процессы в клетке.

Активные формы кислорода. Антиоксиданты. Перекисное окисление липидов.

Раздел 9.

Ксенобиотики. Система выведения ксенобиотиков. Цитохром Р-450.

V. Самостоятельная работа

Предусмотрено самостоятельное изучение отдельных вопросов лекционного курса дисциплины «Основы клеточной биологии» в виде проработки лекционного материала и соответствующих разделов курса по учебникам.

VI. Итоговая проверка знаний

Учебный план по дисциплине «Основы биохимии» предусматривает контроль знаний в форме дифференцированного зачета с выставлением оценок в пятибалльной системе.

Вопросы для дифференцированного зачета:

1. Представления об обмене веществ, энергии и информации: метаболизм, катаболизм, анаболизм, рецепторные системы, хранение и передача информации.
2. Природные аминокислоты. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот.
3. Природные углеводы и их производные. Стереохимия углеводов. Гликозиды, амино-, фосфо- и сульфосахариды. Олигосахариды. Альдо- и кетосахара и их дезоксипроизводные.
4. Липофильные соединения. Насыщенные и ненасыщенные жирные кислоты. Изомерия и структура ненасыщенных жирных кислот. Нейтральные жиры. Фосфолипиды, сфинголипиды, гликолипиды. Полиморфизм фосфолипидов в водных растворах. Мицеллы и липосомы. Стерины, желчные кислоты.
5. Синтез пуриновых и пиримидиновых оснований. Нуклеозиды и нуклеотиды. Циклические нуклеотиды.
6. Витамины, коферменты и другие биологически активные вещества.
7. Белки. Уровни структурной модификации белка. Природа межмолекулярных взаимодействий, обеспечивающих структуру. Особенности строения мембрано-связанных белков. Посттрансляционная модификация белков. Конформационная подвижность белка.

8. Методы выделения и идентификации биологических молекул. Методы анализа свойств и активности биологических молекул.
9. Понятие о катализе и кинетики биохимических процессов.
10. Силы, действующие между молекулами.
11. Метаболизм глюкозы. Гликолиз и гликогеногенез. Гексокиназная и глюкокиназная реакции. Прямое окисление глюкозы. ПФПуть. Включение гексоз и пентоз в гликолитический распад. Стехиометрические уравнения гликолиза и гликогенолиза. Гликолитическая оксидоредукция. Характеристика отдельных ферментов гликолиза. Регулирование гликолиза. Обратимость гликолиза и глюконеогенез. Образование АТР, сопряженное с распадом глюкозо-6-фосфата до молочной кислоты.
12. Типы брожения. Молочнокислородное и спиртовое брожение.
13. Окислительное декарбонирование пирувата. Ацетил-КоА - универсальный интермедиат распада жиров, углеводов и белков. Пути образования щавелево-уксусной кислоты.
14. Понятие о дыхательных цепях. Структура митохондрий и локализация компонентов дыхательной цепи млекопитающих. Перенос восстановительных эквивалентов через мембрану митохондрий. Трансгидрогеназная реакция. Компоненты дыхательной цепи. Обратимая H^+ -АТРаза - главное устройство для синтеза АТР в аэробных клетках. Эффективность сопряжения окислительного фосфорилирования.
15. Катаболизм аминокислот и цикл мочевинообразования.
16. Биосинтез и катаболизм жирных кислот, триглицеридов, фосфолипидов.
17. Типы регулирования активности ферментов. Стехиометрическое регулирование (алло- и изостерические ингибиторы и активаторы ферментов). Регулирование ферментов их ковалентной модификацией: фосфорилирование, ацилирование, АDP-рибозилирование. Протеинкиназы и протеинфосфатазы. Каскадный принцип регулирования ферментов.
18. Гормоны – структура и функции, механизм передачи сигнала гормонами. Вторичные мессенджеры передачи сигналов: циклические нуклеотиды, ионы Ca^{*} , фосфатидилинозит.

VIII. Учебно-методическое обеспечение дисциплины

Рекомендуемая литература:

1. Нельсон Д., Кох М. Основы биохимии Ленинджера. В 3 томах. М.:Бином, 2014 г.
2. Северинов Е.С. Биохимия. Москва: ГЭОТАР-Медиа, 2015.
3. Кольман Я, Рем К. Наглядная биохимия. 2009.

Дополнительная литература

4. Nelson D., Cox M. Lehninger Principles of biochemistry, 6th ed. 2012
5. Metzler D. Biochemistry. The chemical reactions of living cells. 2008.