

МИНОБРНАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования
«Новосибирский национальный исследовательский государственный университет»
(Новосибирский государственный университет, НГУ)
Структурное подразделение Новосибирского государственного университета –
Специализированный учебно-научный центр Университета (СУНЦ НГУ)
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации

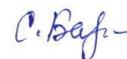
СОГЛАСОВАНО Заместитель директора по УР  (Петровская О.В.) 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДЕНО На заседании ученого совета СУНЦ НГУ Протокол № 48 от 23 ноября 2023 г.	УТВЕРЖДАЮ Директор СУНЦ НГУ  (Некрасова Л.А.) 23 ноября 2023 г.
---	--	--

РАБОЧАЯ ПРОГРАММА

курса внеурочной деятельности «Метаболическая химия»

Заведующий кафедрой химии

Барам Светлана Григорьевна, к.х.н.



Новосибирск 2023

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

Аннотация программы спецкурса

Содержание спецкурса охватывает круг вопросов, связанных с физико-химическими основами биохимии, структурой и физико-химическими свойствами низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов, структурой и свойствами биополимеров, обменом веществ и энергии в живых системах, хранением и реализацией генетической информации, взаимосвязью и регуляцией процессов обмена веществ.

Основными целями освоения программы спецкурса является развитие у школьников химического мировоззрения, приобретение ими современных представлений о метаболической биохимии, а также эффективное использование в научно-исследовательской и практической работе современных методов биохимических исследований, обобщение и анализ полученных результатов.

На занятиях школьники учатся использовать методологию предмета для решения различных конкретных физико-химических, химических и биологических задач.

Программа спецкурса рассчитана на 34 часа (2 часа в неделю в течение семестра).

ПЛАНИРУЕМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

В результате освоения программы спецкурса обучающийся должен:

- Ознакомиться с современными представлениями о структурной организации макромолекул, рассмотреть взаимозависимость между их структурой и биологическими функциями.;
- Изучить основные пути обмена веществ в живых организмах, регуляцию биохимических процессов на молекулярном и клеточном уровне организации живой материи.;
- Ознакомиться с особенностями интеграции различных звеньев метаболизма в организме человека.
- Научить пользоваться измерительными приборами и оборудованием, применяемыми в биохимических исследованиях.

СОДЕРЖАНИЕ СПЕЦКУРСА

Тема 1. (4 часа). Предмет и задачи метаболической биохимии. Биохимия в системе биологических дисциплин. Связь биологической химии с сопредельными дисциплинами — биофизикой, биоорганической химией, цитологией, микробиологией, генетикой, физиологией. Место биохимии в системе наук, связанных с физико-химической биологией. Практические приложения биохимии; биохимия как фундаментальная основа биотехнологии. Направления и перспективы развития биохимии. Общая характеристика веществ, входящих в состав организмов, их роль и значение.

Тема 2. (4 часа). 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, вискозиметрия, рентгено- структурный анализ. Основы химической кинетики: молекулярность и порядок реакции; константы скоростей химических реакций и факторы, влияющие на скорости и равновесия реакций. Гомогенный и гетерогенный катализ.

Тема 3. (2 часа). Природные аминокислоты. Различные способы классификации аминокислот. Общие и специфические реакции функциональных групп аминокислот.

Ионизация аминокислот. Методы разделения аминокислот и пептидов. Природные олигопептиды. Аминокислоты как составные части белков. Физические и химические свойства протеиногенных аминокислот. Селеноцистеин. Непротеиногенные кислоты. Незаменимые аминокислоты. Полипептиды. Специфическая роль белковых веществ в явлениях жизни. Принципы выделения, очистки и количественного определения белков. Пептидная связь, ее свойства и влияние на конформацию полипептидов. Теория строения белковой молекулы. Первичная, вторичная, третичная и четвертичная структура белков. Глобулярные и фибриллярные белки. Структура фибриллярных белков. Изоэлектрическая точка белков. Физические и химические свойства белков. Методы изучения белков. Конформационная динамика белковой молекулы. Протеомика. Специфические методы очистки белков (хроматография, электрофорез белков, иммунопреципитация, выявление и картирование эпитопов с помощью моноклональных антител, ультрафильтрация, избирательное осаждение, обратимая денатурация).

Тема 4. (4 часа). Ферментативный катализ, белки-ферменты. Понятие о ферментах как о белковых веществах, обладающих каталитическими функциями. Энергия активации ферментативных реакций. Образование промежуточного комплекса «фермент-субстрат», доказательства его образования. Понятие об активном центре фермента и методы его изучения. Кинетика ферментативного катализа. Обратимость действия ферментов. Стационарное приближение при рассмотрении ферментативных реакций. Начальная скорость ферментативной реакции и метод ее определения. Уравнение Михаэлиса-Бриггса-Холдейна. Константа Михаэлиса и методы ее нахождения. Единицы активности ферментов. Кофакторы в ферментативном катализе. Простетические группы и коферменты. Химическая природа коферментов. Витамины как предшественники коферментов. Значение металлов для действия ферментов. Негеминовые железопротеиды. Влияние физических и химических факторов на активность ферментов. Действие температуры и концентрации водородных ионов. Специфические активаторы и ингибиторы ферментативных процессов. Механизм ингибирования ферментов. Обратимое и необратимое, конкурентное и неконкурентное ингибирование. Локализация ферментов в клетке. Специфичность ферментов. Классификация ферментов и ее принципы. Оксидоредуктазы, важнейшие представители. Трансферазы, важнейшие представители. Гидролазы, распространение в природе, важнейшие представители, значение их в пищевой технологии. Лиазы, важнейшие представители. Изомеразы, важнейшие представители. Лигазы, важнейшие представители. Регуляция активности и синтез ферментов.

Тема 5. (2 часа). Типы нуклеиновых кислот. Роль нуклеиновых кислот в живом организме. Полинуклеотиды. Структура ДНК. Принцип комплементарности азотистых оснований. Минорные основания. А-, В-, С-, Т- и Z- формы ДНК. Суперспирализация ДНК. Структура и функционирование хроматина. ДНК хлоропластов и митохондрий. ДНК вирусов и бактерий. Плазмиды. Особенности строения дезоксирибонуклеиновой кислоты. Роль ДНК как носителя наследственной информации в клетке. Структура рибонуклеиновых кислот. Типы РНК: ядерная, рибосомная, транспортная, м- РНК. Взаимодействие белков и нуклеиновых кислот. Методы изучения структуры нуклеиновых кислот. Клонирование ДНК. Банки данных генов. Генная инженерия. Генотерапия. Понятие о геномике.

Тема 6. (2 часа). Олиго- и полисахариды. Дисахариды и трисахариды. Крахмал и гликоген, клетчатка и гемицеллюлозы, их структура и свойства. Гетерополисахариды, гликозаминогликаны. Протеогликаны. Методы изучения первичной, вторичной и более высоких уровней структурной организации полисахаридов, гликопротеинов и протеогликанов. Понятие метаболизма. Принципы регуляции метаболизма. Анаболические и катаболические процессы и их сопряженность с биоэнергетикой клетки. Изменение энергии Гиббса в процессе биохимических реакций. Расчеты

термодинамических параметров биохимических реакций. Понятие о макроэргических соединениях и макроэргической связи. Характеристика АТФ как универсального макроэргического соединения.

Тема 7. (2 часа). Понятие субстратного и окислительного фосфорилирования. Метаболизм углеводов. Строение моно-, ди-, олиго- и полисахаридов. Роль углеводов в жизнедеятельности организма. Основные пути метаболизма углеводов. Анаэробный метаболизм глюкозы. Гликолиз. Последовательность реакций и ферменты гликолиза. Механизмы реакций гликолиза.

Тема 8. (2 часа). Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл Кребса. Цепь переноса электронов.

Тема 9. (4 часа). Строение, физико-химические свойства и классификация липидов. Переваривание липидов в желудочно-кишечном тракте. Характеристика липаз. Всасывание, ресинтез и специфика транспорта липидов в организме. Характеристика состава и функции липопротеинов. Внутриклеточный метаболизм липидов. β -окисление четных и нечетных жирных кислот, последовательность реакций, ферменты и энергетическая эффективность процессов. Роль электронпереносящего флавопротеина в переносе электронов от ацил-КоА дегидрогеназы в дыхательную цепь митохондрий. Процессы ω -окисления жирных кислот. Роль пероксисом в окислении жирных кислот. Метаболизм кетоновых тел в норме и при патологии. Биосинтез жирных кислот de novo.

Тема 10. (2 часа). Химия нуклеиновых кислот. Метаболизм нуклеотидов. Регуляция метаболизма нуклеотидов. Реутилизация пуриновых и пиримидиновых нуклеотидов.

Тема 11. (2 часа). Витамины. Коферменты. Строение витаминов, их биологическая активность. Классификация витаминов. Характеристика структуры и функции водорастворимых витаминов в контексте их коферментных функций. Характеристика структуры и функции жирорастворимых витаминов. Витаминоподобные вещества. Участие коферментов в конкретных биохимических реакциях, механизмы их функционирования.

Тема 12. (4 часа). Омиксные технологии. Метаболомика. Методы исследования метаболома.

ТЕМАТИЧЕСКОЕ ПЛАНИРОВАНИЕ

№ п/п	Наименование разделов и тем программы	Количество часов	Воспитательный компонент
Раздел 1. Введение. Задачи метаболической биохимии. Физико-химические основы методов метаболической биохимии.			
1.1.	Предмет и задачи метаболической биохимии	4	Привлечение внимания обучающихся к ценностному аспекту изучения химии и химических явлений, инициирование обсуждений, высказываний собственного мнения, выработка личностного отношения к природным явлениям.
1.2.	Физико-химическая характеристика воды как универсального растворителя в биологических системах. Основные современные методы количественного анализа и фракционирования, используемые в экспериментальной биохимии. Основы химической кинетики.	4	
Итого по разделу		8	
Раздел 2. Структура и свойства биополимеров. Структура и физико-химические свойства низкомолекулярных соединений, входящих в состав биологических объектов			
2.1.	Природные аминокислоты и их производные.	2	Развитие компетенций молодежи (креативное мышление, коммуникативные умения, профессиональные траектории).
2.2.	Ферменты и ферментативный катализ.	4	
2.3.	Нуклеиновые кислоты.	2	
2.4.	Полисахариды. Характеристика АТФ как универсального макроэргического соединения.	2	
2.5.	Углеводы и основные пути их метаболизма.	2	Вовлечение обучающихся в проектную и исследовательскую деятельность.
2.6.	Пируватдегидрогеназный комплекс. Цикл Кребса. Цепь переноса электронов.	2	
2.7.	Липиды и основные пути их метаболизма.	4	Приобщение обучающихся к ценностям научного познания, их готовность к саморазвитию, самостоятельности, умению выявлять проблемы
2.8.	Мононуклеотиды и основные пути их метаболизма.	2	
2.9.	Витамины и коферменты.	2	
2.10.	Методы исследования метаболических процессов. Омиксные технологии. Метаболомика. Методы исследования метаболома.	4	
Итого по разделу		26	
Всего		34	

УЧЕБНО-МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОГО ПРОЦЕССА

а) Основная литература:

1. Овчинников Ю.А. Биоорганическая химия. М.: Просвещение, 1987 г.
2. Ленинджер А. Основы биохимии: В 3-х т.: Пер. с англ. М.: Мир, 2018 г.

б) Дополнительная литература:

1. Молекулярная биология клетки. /Албертс Б., Брей Д., Льюис Дж. и др.: Пер. с англ. М.: Мир, 1993 г.
2. Льюин Б. Гены: Пер. с англ. М.: Мир, 1987 г.
3. Nelson D., Cox M. Lehninger Principles of Biochemistry. 3rd ed. W.P., 2000.

в) Программное обеспечение и Интернет-ресурсы:

1. Интернет-представительство факультета естественных наук НГУ (Методические пособия) – <http://fen.nsu.ru/fen.phtml?topic=meth>
2. Интернет-представительство кафедры общей химии ФЕН НГУ: www.fen.nsu.ru/genchem
3. Электронная библиотека учебных материалов по химии химического факультета МГУ: <http://www.chem.msu.ru/rus/elibrary>
4. Портал тестирования ММЦ НГУ: <http://mmc2.nsu.ru>
5. Интернет-портал фундаментального химического образования России: www.chem.msu.ru
6. Химический интернет-портал: www.chemport.ru
7. Научно-популярный портал: www.elementy.ru