**Программа**:

**Что такое “жизнь” с точки зрения химика.** Зачем химику и не-химику изучать "Науки о

живом"? Определение терминов живое и жизнь. Живое как система: сложная, открытая, находящаяся в устойчивом неравновесии за счет потребляемой энергии. Основные функции и свойства живого/жизни. Многообразие и систематика живых организмов. Строение клетки как многоцелевой лаборатории.

Биологические макромолекулы и низкомолекулярные соединения. Принципы организации

информации и структуры в пространственно-временном континууме. Энтальпия и

энтропия. Типы химической связи. Типы химических взаимодействий. Особые свойства воды как системообразующей среды, «гидрофобный эффект».

**Структура и функция белков.** Белки - высокомолекулярные, линейные, направленные

информационные макромолекулы. Уровни организации химической и пространственной

структуры белка. Аминокислоты: классификация по структуре бокового радикала.

Химическая структура макромолекулы, полипептидная цепь, пептидная связь. Первичная

структура белка как информационное понятие. Пространственная структура полипептида.

Типы вторичной структуры белка, водородная связь в полипептидной цепи. Третичная

структура белка, конформация. Компьютерное моделирование структуры, белки-аналоги.

Сложная поверхность белка, специфичность взаимодействия с другими молекулами.

Ферментативный катализ. Четвертичная структура белка. Cупрамолекулярные комплексы.

Мутации в молекуле белка. Протеом - белковый «портрет» клетки. Функции белков.

**Компартментализация. Биологические мембраны и транспорт.** Как устроена «живая

пробирка». Строение, свойства и функции биологических мембран – липидных бислоев со встроенными белками. Липиды: классификация, химическая структура. «Гидрофобный эффект» - молекулы «избегают» контактов с водой путем сближения друг с другом. Альтернативный макромолекулам способ самоорганизации липидов в сложные ансамбли молекул без полимеризации: мицеллы, бислои, липосомы.

Особенности строения мембранных белков. Трансмембранные белки как шлюзы, соединяющие две среды: вне клетки и внутри клетки.

**Транспорт веществ и трансформация энергии.** Мембранный транспорт. Пассивный транспорт воды аквапорином – водный канал. Активный транспорт протонов протонным насосом. Молекулярные наномашины, их отличия от макромашин.

Биоэнергетика изучает переходы между различными формами энергии.

Электрохимический потенциал. Фотосинтез - превращение энергии излучения в энергию

химической связи. Аденозинтрифосфат (АТР) - универсальный реакционный модуль

в биохимических реакциях. Особенности механизмов и термодинамики биохимических

реакций.

**Структура и функция нуклеиновых кислот.** Нуклеиновые кислоты (НК) -

высокомолекулярные, линейные, направленные информационные макромолекулы: ДНК и РНК.

Уровни организации химической и пространственной структуры НК. Нуклеотиды:

классификация по структуре гетероцикла. Химическая структура полинуклеотида: полинуклеотидная цепь, фосфодиэфирная связь. Первичная структура НК как

информационное понятие. Пространственная структура НК. ДНК. Определение первичной структуры ДНК. Вторичная структура двутяжевой ДНК - двойная спираль с антипараллельными

тяжами. Комплементарные пары, изогеометричность. Третичная структура ДНК –

топология суперспирализации. РНК. Определение первичной структуры РНК. Отличия РНК от ДНК.

Вторичная структура однотяжевой РНК - шпилька. Третичная структура РНК,

конформация. Мимикрия пространственной структуры РНК и белка - сложная

пространственная структура со сложной поверхностью; рибозимы. Функции нуклеиновых

кислот.

**Биосинтез нуклеиновых кислот.** Принципы матричного копирования НК как способа

копирования (дупликации, удвоения) информации, записанной в первичной структуре.

Понятие о репликации ДНК. Полифосфорные кислоты, гидролиз водой. Алкоголиз как

аналог гидролиза. Механизм реакции нуклеозидтрифосфатов с образованием макромолекулы

ДНК, растущий 3’-конец. ДНК – полимераза – фермент, который полимеризует

трифосфаты. Проблема полярности синтеза ДНК; фрагменты Оказаки. Топологическая

проблема репликации. Ингибиторы топоизомеразы. Различия в понятиях: антибиотики, противовирусные и

противораковые препараты. Понятие о транскрипции. Механизм полимеризации.

РНК-полимераза. Три этапа транскрипции. Сигналы транскрипции, промотор.

Ингибиторы транскрипции; яды, антибиотики, противовирусные и противораковые

препараты.

**Биосинтез белка.** Понятие о трансляции. Генетический код, его свойства. Декодирование. Активация аминокислот. Аминоациладенилат. Рибосома - наноробот для биосинтеза белка. Схема реакции и процесс образования пептидной связи.Антибиотики тетрациклин и стрептомицин.

**Регуляция экспрессии генов.** Прокариоты: операторно - промоторный участок ДНК,

регуляторный белок, оперон. Два типа контроля у прокариот: негативный и позитивный. Четыре варианта регуляции экспрессии генов прокариот при участии лиганда. Триптофановый оперон. Эукариоты: избыточность и неоднозначность регуляции обеспечивают устойчивость процесса. Внешние сигналы для клетки и ее ответы. Блоки, каскады, дифференцировка. Эмбриогенез.

**Системы передачи сигнала.** Три типа систем передачи сигнала из вне клетки в ядро. Свойства систем

передачи сигнала. Усиление и объединение сигнала. Каскад фосфокиназ. Модель

нейронной сети. Нелинейность функции выхода, обучаемость, устойчивость. Рак как

множественное нарушение системы передачи сигнала для деления клеток.

**Геномы.** Геном, плазмиды, вирусы. Геном: определение, размеры, статика и динамика.

Рекомбинация ДНК. Плазмиды - "генетические аксессуары". Вирусы – неживые

супрамолекулярные комплексы, «сбесившиеся гены». Вирусы гриппа и иммунодефицита человека (ВИЧ).

**Гены.** Ген: определение, структура. Структура генов эукариот. Сплайсинг, химия

сплайсинга. "Конструктор РНК". Домены в структуре белка. Иммунный ответ, гены

иммуноглобулинов. Комбинаторика экзонов антител.

**Анализ и манипуляции с генами и геномами**. Определение первичной структуры ДНК;

автоматический синтез ДНК. Полимеразная цепная реакция. Эндонуклеазы рестрикции.

Полиморфизм длины рестрикционных фрагментов. Дактилоскопия ДНК.

**Генетическая инженерия**. Клонирование организмов, клеток, «клонирование ДНК». Четыре основных этапа конструирования рекомбинантных ДНК. Векторная ДНК, введение ДНК в клетку, клонирование, идентификация клонов. Трансгенные организмы. Генотерапия.

**Вопросы к зачету**:

Что такое жизнь с точки зрения химика.

Структура клетки.

Молекулы клетки.

Химическая связь.

Вода.

Биологические мембраны.

Структура и функция белка

Транспорт вещества. Преобразование энергии

Структура нуклеиновых кислот.

Биосинтез нуклеиновых кислот

Биосинтез белка

Регуляция экспрессии генов. Система передачи сигнала (рак)

Геном, плазмиды, вирусы (ВИЧ)

Генетическая инженерия (ГМО)

**Примеры тем дополнительных докладов по выбору студента:**

Химия и право.

Химия в садоводстве.

Биологические мембраны.

Вирус гриппа

Возбудители туберкулеза.

Белки, отвечающие за движение клеток.

ДНК и генетика.

Есть ли генетические программы старения и гибели?

Клонирование животных.

Генетически модифицированные организмы.

Мой геном

Логика случая в биологической эволюции

Универсальный генетический код

Что такое рак?