**Программа**:

**Что такое “жизнь” с точки зрения химии.**

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**:

1. Что такое жизнь с точки зрения химика.
2. Структура клетки.
3. Молекулы клетки.
4. Химическая связь.
5. Вода.
6. Биологические мембраны.
7. Структура и функция белка
8. Транспорт вещества. Преобразование энергии
9. Структура нуклеиновых кислот.
10. Биосинтез нуклеиновых кислот
11. Биосинтез белка
12. Регуляция экспрессии генов. Система передачи сигнала (рак)
13. Геном, плазмиды, вирусы (ВИЧ)
14. 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?